



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Systembeskrivning av regnbäddar

- Från ståndortsuppbyggnad till växtfysiologiska och morfologiska egenskaper.

A System Based Approach to Rain Gardens

- From Habitat Structures to Plant Physiological and Morphological Survival Strategies.

Åsa Wellander

Systembeskrivning av regnbäddar

– Från ståndortsuppbyggnad till växtfysiologiska och morfologiska egenskaper.

A System Based Approach to Rain Gardens

– From Habitat Structures to Plant Physiological and Morphological Survival Strategies.

Författare Åsa Wellander

Handledare: Ann-Mari Fransson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Bitr handledare: Kent Fridell, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Examinator: Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Bitr examinator: Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Master Project in Landscape Architecture

Kurskod: EX0775

Ämne: Landskapsarkitektur

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2015

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Biofilter, regnbäddsvegetation, regnbäddsväxt, rain garden plants.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

FÖRORD

Detta examensarbete skrevs vårterminen 2015 i kursen *Master Project in Landscape Architecture*. Det har varit ett mycket intressant projekt med många utmaningar och brant inlärningskurva. Jag har haft två handledare, specialiserade på dels dagvattenhantering, dels växtfysiologi. Jag är mycket intresserad av båda dessa ämnen och är glad över att få knyta ihop dem med hjälp av detta arbete.

Utan hjälp från mina handledare hade jag aldrig kunnat ro i land mitt projekt och vill därför rikta ett stort tack till Ann-Mari Fransson och Kent Fridell på SLU.

Jag vill även tacka Jonas och Ann-Christin Wellander för visat engagemang i detta ämne samt korrekturläsning av arbetet.

Åsa Wellander

Göteborg 2015-05-13

SAMMANFATTNING

Med ökad urbanisering och växande städer breder större hårdgjorda ytor ut sig. Dessa ogenomträngliga ytor skapar enorm avrinning då vattnet inte kan infiltrera marken utan direkt leds bort från staden via dräneringsnätverk. Detta bidrar dels till att staden blir torrare men ökar även risken för svåra översvämningar varje gång kraftig nederbörd överstiger den mängd som dagvattenssystemet är dimensionerat för. Klimatförändringarna förväntas bidra till fler kraftiga regnfall vilket gör att kravet på dagvattenhantering i städerna skärps. Nya innovationer inom dagvattenhantering har under de senaste årtiondena tagits fram och används i olika grad över världen. En relativt ny metod är en sorts biofilter, så kallade regnbäddar, som är en dagvattenfördröjning beklädd med växtlighet. De är nya för Sverige och är ännu i en testfas för hur de fungerar i ett nordiskt klimat, särskilt vad gäller fungerande vegetation. Arbetet har gått ut på att, genom analyser av ståndorter, belysa vilka egenskaper och överlevnadsstrategier som är viktigast hos växter anpassade för en regnbädd. Detta gjordes genom att skapa en förståelse för uppbyggnad och ståndort av regnbäddar som sedan jämfördes med olika markprofiler i Sverige. Med dessa markprofilers beskrivning och geografiska område kunde vegetationstyper kopplas samman till dem. På så sätt listades arter från vegetationstyper som borde ha de rätta egenskaperna för att kunna överleva ståndorten i en regnbädd. Arterna listades tillsammans med de viktigaste egenskaperna för stresshantering vilket framlade de mest väsentliga strategierna för anpassning och överlevnad. Det var smala blad, salttålighet, hårighet och små blad. Arter med dessa egenskaper bör vara lämpade för regnbäddar, vilket kan ge friare tyglar i utformningen av dessa i Sverige.

ABSTRACT

With increased urbanization comes large impermeable surface which leads to higher runoff during heavy rainfall. The water is directly transported away from the city, which creates a very dry habitat in urban areas. It has also led to large inundations every time precipitation has exceeded the dimensioned amounts for the storm water drainage network. These sudden storms with heavy precipitation are expected to get worse due to climatic changes, and puts extra importance on effective storm water management in large cities. This need has been met by different innovations such as for example bio filters, also called rain gardens. The bio filters are relatively new and untested in Sweden, especially when it comes to use of functional vegetation. This project focused on determining the required plant survival strategies through analysis of the rain gardens habitats. Previous studies of soil profiles in Sweden were also examined and the ones most compatible with the soil recommended for rain gardens were chosen for further use. Each soil profile was then associated with a suitable Nordic vegetation type which offered a list of species that should be suited to handle the habitat of a rain garden. The compilation of species was listed with the most important strategies of stress tolerance and thus the most common methods of survival appeared. These were narrow leaves, salt tolerance, hair and a small leaf area. Species with these qualities should be suitable for rain gardens, which could give a freer range in terms of plant selection.

Förteckning terminologi:

- Hydraulisk konduktivitet – Hur snabbt vattnet rör sig genom markmaterialet/markens vattengenomsläpplighet. Även förkortat (k).
- Perkolation – När infiltrerat vatten rör sig nedåt genom markmaterialet.
- Stomata – Klyvöppningar i växtblad som styr transpirationen/gasutbytet i växten.
- Städsegrön – Vintergröna växter som inte tappar sina blad under vinterhalvåret, t.ex. gran.
- Sklerofyll - Hårda blad.
- Rothals – Övergång mellan stam och rötter.
- Biofilter – Samlingsnamn för typer av dagvattenhanteringar med vegetation, t.ex. regnbädd.
- Evapotranspiration – Den sammanlagda avdunstningen av evaporation från jorden och transpiration från växten.
- Osmotisk potential – Den sida med högst osmotisk potential tillför vatten till den med lägst osmotisk potential där barriären är semipermeabel och enbart släpper igenom vattenmolekyler men inte andra lösta ämnen.

Innehållsförteckning

Förteckning terminologi:	6
1. INLEDNING	1
1.1. BAKGRUND	1
1.2. AVGRÄNSNING	2
1.3. FRÅGESTÄLLNING	2
1.4. MÅL	2
2. METOD & MATERIAL	3
2.1. LITTERATURSTUDIE SOM METOD.....	3
2.2. KOPPLINGAR.....	3
3. RESULTAT	5
3.1. BIOFILTER & REGNBÄDD SOM BEGREPP	5
3.2. FEM TYPER AV REGNBÄDDAR	7
Typ 1	7
Typ 2	8
Typ 3	9
Typ 4	10
Typ 5	11
3.3. STÅNDORTSANALYS	12
3.3.1. Gruppindelning	12
3.3.2. Jordartsanalyser	13

3.4.	REGNBÄDDARS STRESSFAKTORER.....	16
3.4.1.	Salt.....	16
3.4.2.	Torka och värme	18
3.4.3.	Översvämning.....	19
3.5.	ÖVERLEVNADSSTRATEGIER	21
	Tabell 4.....	26
4.	DISKUSSION.....	30
5.	REFERENSER	33
6.	BILAGOR	38

1. INLEDNING

1.1. BAKGRUND

De senare årens kraftiga urbanisering har utan tvekan påverkat det moderna stadslandskapet och ställt nya krav på vidare utveckling för att undvika och motverka de problem som det medfört. En etablerad metod av hållbar stadsutveckling är förtätning och bebyggelse av redan anspråkstagen mark. Detta är för att hålla ihop staden så mycket som möjligt och förhindra så kallade "urban sprawls" där städer växer till ytan istället för på höjden (Litman 2014). De positiva egenskaper förtätning medför är till exempel att omkringliggande natur- och, inte minst, åkermark bevaras (Larsson & Germundsson 2012), men det har också gett upphov till konflikt i planeringen då grönytor inne i städer ofta bortprioriteras till förmån för förtätning (Jansson 2014).

Detta har lett till att övervägande ytor av det stadslandskap vi känner till består av hårdgjorda material som betong och asfalt. Dessa ytor är ogenomträngliga och hindrar den naturliga nederbördsprocessen där en del av vattnet annars hade infiltrerat markprofilen. Vid oväder med stora regnmängder överbelastas de nedgrävda dagvattensystemen vilket kan leda till översvämningar och skador på både byggnader och infrastruktur (Konijnendijk et al. 2013). Klimatförändringarna förväntas dessutom bidra till fler kraftiga regnoväder, vilket kan antas ge fler översvämningar om inga förändringar sker i omhändertagandet av dagvattnet (IPCC, 2014).

Att byta ut de nedgrävda dagvattensystemen mot bättre dimensionerade storlekar skulle innebära väldigt stora kostnader, vilket gett upphov till mer innovativa lösningar. Enligt Laforteza et. al. (2013) har stadsplanerare visat ökat intresse för ekosystemtjänster som en metod för att förhindra vissa av de dagvattenproblem som kan uppstå vid stadsförtätning. I Sverige används numer olika typer av gröna system som etablerade metoder. Till exempel är gröna tak en väl beprövad teknik i Malmö (Scandinavian Green Roof Institute 2014). En annan teknik som är mindre känd i Sverige är så kallade Biofilters, "Rain gardens" eller regnbäddar på svenska. Dessa har sitt ursprung och används mycket i USA men är även väl beprövade i Australien (EPA, 1995; Healthy Waterways, 2015). Det finns dock relativt lite forskning på hur regnbäddar fungerar i ett svenskt klimat och framför allt vilken sorts växtlighet som lämpas bäst för deras ståndort. Även uppfattningen om vilken ståndort som uppstår i en regnbädd skiljer sig åt, med ståndort menas här en biotop för växter (NE 2015).

Ståndorten i en regnbädd bestäms av hur den byggs upp och dimensioneras. För att kunna omhänderta stora mängder dagvatten måste substratet vara genomsläppligt, vilket innebär att växterna lättare utsätts för torkstress mellan nederbördstillfällena. Men de måste också tåla perioder av stående vatten när regnvattnet ansamlas i regnbädden (Dunnet & Clayden 2007). Ståndorten påverkas även av regnbäddens placering, eftersom den omkringliggande miljön formar lokalklimatet. I stadsmiljö kan vindturbulensen öka och även salt som används vid snö- och issmältning ger en uttorkande effekt (Sjöman & Lagerström 2007).

Tidigare studentarbeten (ex. Eliasson 2013; Lagerkvist & Bååth 2015) har listat arter som enligt sakkunniga inom området bör klara sig i en regnbädd. I stället för att utarbeta växtlistor med fungerande arter ska detta arbete förhoppningsvis kunna fastställa vilka överlevnadsstrategier växter behöver för att överleva ståndorten i en regnbädd. Att utvärdera dessa egenskaper kan i framtiden befria planerare från begränsade växtlistor och istället erbjuda möjligheten att välja växter utifrån dessa överlevnadsstrategier.

1.2.AVGRÄNSNING

Beskrivningar av de vanligaste biofiltrens systemtekniska egenskaper kommer ingå i detta arbete, men någon utformning av regnbäddar kommer inte göras.

Arbetet kommer heller inte fokusera på de renande effekter som biofilter står för, utan enbart uppmärksamma dagvattenhanteringen och vilka egenskaper växterna kan tänkas behöva i dessa typer av regnbäddar. Som nämnts tidigare spelar den omgivande miljön en stor roll för lokalklimatet och regnbäddarna beskrivna i arbetet förväntas fungera i hårdgjord trafikerad gatumiljö, med alla utmaningar det medför.

Jordtyperna som jämförs med regnbäddstyperna är inte meningen att fungera som framtida substitut för växtsubstratet som idag är rekommenderat för regnbäddar. Skulle dessa jordar flyttas från sin plats skulle strukturen och de fysiska egenskaperna förändras och jorden skulle kanske bli oanvändbar. I detta arbete fungerar de enbart som en metodstrategi för att nå vegetationstyper, växtlistor och till sist nödvändiga egenskaper hos växterna.

1.3.FRÅGESTÄLLNING

Vilka fysiologiska och morfologiska egenskaper behöver växtligheten för att överleva ståndorten i regnbäddar placerade i hårdgjord gatumiljö?

1.4.MÅL

Målet är att analysera hur de olika komponenterna i ett biofiltersystem påverkar varandra och bildar förutsättningar för växternas överlevnad. Förklaringen av växternas överlevnadsstrategier kommer skapa en förståelse för vilka övriga arter som kan användas och därmed öppna upp för friare planering vad gäller framtida växtval och utformning av regnbäddar. Förhoppningen är att detta arbete ska kunna fungera som en sorts guide för växtval till regnbäddar.

2. METOD & MATERIAL

2.1. LITTERATURSTUDIE SOM METOD

Större delen av detta arbete bygger på olika delar av djuplodande litteraturstudier som under arbetets gång kopplats samman genom slutsatser dragna från varje avslutad studie. Metoden kan liknas vid ett detektivarbete där en avslutad studie visar vägen till nästa steg, vilket inte varit uppenbart förrän det förra avslutats (se fig.1). Sökningarna efter artiklar och e-böcker har skett via Google Scholar och SLU-söktjänsten Primo. Den inledande delen i arbetet är en generell beskrivning av biofilter som samlingsnamn (avsnitt 3.1) följt av en mer detaljerad uppdelning av olika typer av regnbäddar (avsnitt 3.2). Illustrationer som visar uppbyggnad förtydligar ytterligare de olika konstruktionerna tillsammans med beskrivande text. Detta ska ge grund för kommande ståndortsanalys av respektive regnbädd (avsnitt 3.3). Eftersom regnbäddarna som behandlas i detta arbete är tänkta att fungera i en gatumiljö är även staden som ståndort utforskad. Där framkommer de vanligaste typerna av stress som växterna kan utsättas för, vilka i sin tur är beskrivna mer utförligt i en senare del av arbetet. Därefter grupperas de olika regnbäddarna efter liknande egenskaper och jämförs med naturliga ståndorter.

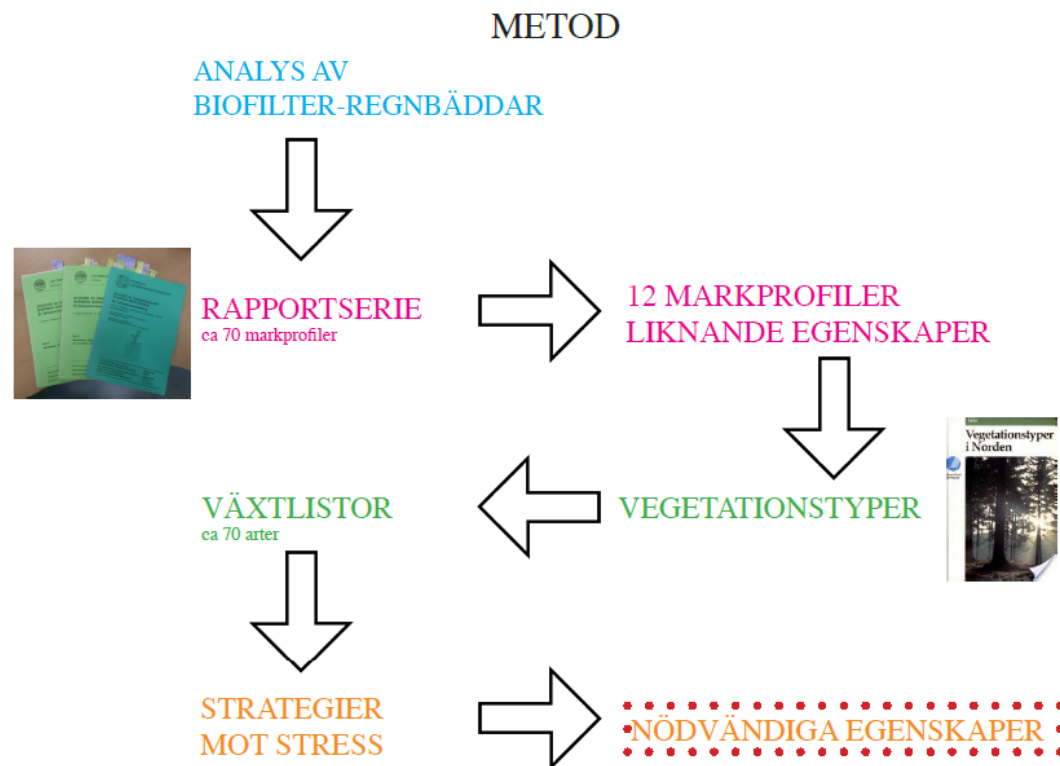
För att komma fram till vilka egenskaper som krävs av växter i ett biofilter har rapporter av olika jordartsanalyser utförda över hela landet av Andersson och Wiklert (1977) och Wiklert et al. (1983) studerats. Sammanlagt har ett 70-tal markprofiler studerats varpå de med liknande egenskaper av regnbäddarnas rekommenderade substrat har valts ut och använts i kopplingen till vegetationstyper. Jordtyperna jämförs med Vinnovas rekommenderade egenskaper för regnbäddsjordar (se fig. 2). Varje jordtyp kopplas även till den grupp av regnbäddar den mest liknar.

Därefter kopplas passande vegetationstyper samman med beskrivningen av jordtyperna och de arter som hör till vegetationstyperna kan då listas och studeras. Dessa arter är intressanta eftersom deras egenskaper bör vara anpassade för att klara en växtbäddas ståndort. För att förstå vilka stressfaktorer som uppstår i en regnbädd följer en beskrivning av de parametrar växtligheten måste förhålla sig till och vilka strategier de har för att kunna överleva dessa stressfaktorer. För att på ett tydligt sätt få fram växternas nödvändiga egenskaper listas de tillsammans med de beskrivna stressfaktorerna i en tabell där varje egenskap markeras hos den växt som besitter den. På så sätt skapas en överblick av vilka egenskaper växtligheten i en regnbädd bör ha. Egenskaperna är sedan grupperade i procentgrupper från "ovanlig" till "mycket vanlig".

2.2. KOPPLINGAR

De kopplingar och slutsatser som dragits för att komma vidare från respektive ämne grundas i litteraturstudier. Olika typer av regnbäddar, jordtyper, vegetationstyper och morfologiska och fysiologiska egenskaper hos dessa typers flora är alla noga studerade, men det bör påpekas att jag själv har gjort kopplingarna mellan de olika studierna. Kopplingen mellan regnbäddarnas grupper och jordartstyperna, mellan jordartstyperna och vegetationstyperna och listan över de viktigaste egenskaperna är gjorda av mig. Jag har inte kunnat hitta andra arbeten som verifierar eller vederlägger dessa jämförelser. Detta arbetes resultat bygger på

teoretiska slutsatser grundade i fördjupade litteraturstudier och kan fungera som utgångspunkt för kommande tester av regnbäddar anpassade till ett nordiskt klimat.



Figur1. Metodkarta över arbetsprocessen och kopplingarna som utförts mellan de olika delarna.

3. RESULTAT

3.1. BIOFILTER & REGNBÄDD SOM BEGREPP

Här följer en generell beskrivning av biofilter och hur de kan användas. Längre fram beskrivs de vanligaste typerna av regnbäddar, vilket är den typ av biofilter som detta arbete behandlar, och vad de har för rekommenderad uppbyggnad och materialsammansättning. Biofilter är ett samlingsnamn på ett antal olika dagvattensystem där växtlighet används vid filtreringen av vattnet (Vinnova 2014). Biofilter kan ha varierande substrat och djup vilket i sin tur påverkar vattnets mängd samt infiltrationshastighet och således förhållandena för växterna i regnbädden. De olika systemen har olika namn beroende på plats, yta, form och användningsområde. Några exempel på dessa är svackdiken, "curb extensions", "rain gardens" eller så kallade regnbäddar på svenska (Fridell 2015). Detta arbete handlar om regnbäddar vilka består av en sandbaserad växtbädd med inlopp, erosionsskydd, växtlighet, avvattande system, bräddavlopp och överst en fördröjningszon där dagvattnet kan ansamlas innan det infiltrerar växtbädden (se fig.3). Om vattenmassorna skulle överstiga fördröjningszonens kant rinner det undan i bräddavloppen, ungefär som när vattnet i ett handfat rinner ner i avrinningsöppningen då ytan stigit för högt.

Regnbädden består av tre olika materiallager: överst växtsubstrat, följt av ett övergångslager mellan substratlagret och det bottenliggande dräneringslagret (FAWB 2009). Beroende på vilka egenskaper som eftersträvas varierar substrat, växtval och utformning. Enligt Demuzere et al. (2014) är det ur ett växtperspektiv bättre att använda sig av lerjord eftersom det med sina mindre porer håller mer fukt, vilket lättar från stress framkallat av låg vattentillgång. Däremot framhåller de dock att det ur ett biokemiskt perspektiv är bättre att använda en sandbaserad lerjord eller lerig sandjord eftersom de har en högre reningsgrad och genomsläpplighet. Ur ett dagvattenperspektiv är det bäst med en hög genomsläpplighet eftersom substratets stora porer då kan omhänderta större mängder vatten (Fridell 2015).

Regnbäddens vattenhållande och renande kapacitet beror enligt FAWB (2009) på tre faktorer; kombinationen av fördröjningszonens djup, biofiltrets ytstorlek samt dess hydrauliska konduktivitet, alltså genomsläppligheten. Som nämndes tidigare är substrat bestående av enbart större fraktioner ogynnsamt för växterna eftersom det är de små porerna mellan kornen som kan hålla kvar vatten under nederbördsfria perioder. En för hög andel finfraktion i samband med en djup fördröjningszon kan dock skapa en syrefattig miljö för växterna vid större nederbördsmängder. En tumregel är att om en av de tre parametrarna ligger utanför rekommendationen kan biofiltret ändå fungera om de två andra modifieras. Är till exempel fördröjningszonens djup för litet kan lerhalten vara högre, då vattnet inte behöver infiltrera växtbädden lika snabbt. Är djupet däremot stort är det bättre med en lägre halt ler för att inte riskera att en anaerob miljö uppstår, alternativt att ytan på biofiltret ökas. I nordiska klimat, där marken oftast fryser under vintertid, är det fördelaktigt att ha ett sandbaserat substrat så vattnet trots minusgrader kan ta sig ner mellan kornen. I substrat med finare kornstorlek täpps gångarna igen av is vid fryspunkten och hindrar vattnet från att ta sig igenom profilen (Muthanna et al. 2007).

Vilken typ av regnbädd som lämpas bäst beror på den omkringliggande miljön. Om den underliggande marken, även kallad terrassen, består av väldigt genomsläppligt material är det till exempel onödigt med ett artificiellt avvattningssystem (dräneringsrör). Däremot kan

det vara nödvändigt om terrassen innehåller mycket ler, vilket utan artificiell dränering kan skapa anaeroba miljöer för växterna.

Fördröjningszonens rekommenderade djup är 30 cm vilken bör vara tömd inom högst 48 h (Minnesota Pollution Control Agency 2015) men detta är enligt Fridell (2015) beroende på vilken effekt mellan rening och dagvattenhantering som vill uppnås samt vilken vegetationstyp som används. Han menar att överskottsvattnet i fördröjningszonen och växtjorden bör stanna kvar så länge som möjligt om fokus ligger på rening, men bör rinna undan mellan 24-48 h för att inte skapa en alltför anaerob miljö. Generellt sett bör regnbädden vara lika stor som 2-10 % av avrinningsområdet (FAWB 2009; Minnesota Pollution Control Agency 2015). Enligt Vinnova (2014) ställs grova riktlinjer kring fysiska egenskaper för biofilter till en total porositet av $\geq 50\%$, luftfylld porositet $\geq 10\%$ och vattenfylld porositet $\geq 40\%$ (se tabell 1). Den generella sammansättningen av ett biofilter bör bestå till större del av sand och mindre del av finare korn och organiskt material. Rekommenderad sammansättning är 70 % sand, 15 % växtjord och 15 % organiskt material. Mullhalten i en biofilterjord innehållande växter är rekommenderad till 5-9% och 3-5% för gräsytor, den mättade hydrauliska konduktiviteten bör ligga runt 75-300 mm/h, det vill säga vattnets perkolationshastighet genom jorden. Vid djupare biofilter placeras ett lager mineraljord under växtjorden med en mullhalt på ca 1-2%.

Det bör noteras att dessa riktlinjer gäller jordanalyser i laboratoriemiljö, vilket kan variera mycket från jordanalyser i fält. Mogen jord i fält har andra egenskaper än fabrikstillverkad laboratoriejord och kan skilja sig i hydraulisk konduktivitet. Till exempel har organismer som maskar och insekter stor påverkan på kanalsystemen, även döda rötter och sprickor ändrar jordens vattenhållande egenskaper efter hand (Brady & Weil 2008).

Fysiska egenskaper	Rekommendation
Total porositet	> 50 %
Luftfylld porositet (50 cm tension)	> 10 %
Vattenfylld porositet (50 cm tension)	> 40 %
Mättad hydraulisk konduktivitet	75 – 300 mm/h
Mullhalt (planteringar)	5 – 9 %
Mullhalt (gräsytor)	3 – 5 %

Tabell 1. Vinnovas (2014) rekommendationer för fysiska egenskaper i en regnbäddsjord.

3.2.FEM TYPER AV REGNBÄDDAR

Typ 1

Här listas och beskrivs de fem olika typer av regnbäddar som vanligen används (Fridell 2015). Biofilter typ 1 passar på en plats där terrassen består av ett material med högre genomsläpplighet, eftersom denna typ saknar ett artificiellt avvattningsystem (se fig.3). Detta system fungerar bra på ställen där dagvattnet eller mineraljorden i terrassen inte innehåller föroreningar som kan kontaminera grundvattnet (Fridell 2015).



Figur 3. Terrassen är genomsläpplig och dräneringsledning ej nödvändigt. När vattnet svämmar över födröjningszonen rinner det ut genom översvämningsskydden och vidare till andra dagvattenhanteringar. Resten av vattnet perkolerar ned genom terrassen.

(Illustration: Åsa Wellander)

Typ 2

Typ 2 liknar till stor del typ 1 men skiljer sig från den genom avvattningsystem med dräneringsledningar placerade under växtbädden (se fig.4). Detta säkerställer att oönskat överskottsvatten förs bort inom avsedd tid och transporteras vidare till säker fördröjning i andra dagvattensystem. Det vatten som inte förs bort perkolerar vidare på samma sätt som i typ 1. Denna typ med artificiellt avvattningsystem används om terrassen som regnbädden installeras på är mindre genomsläpplig och vattnet riskerar att stå i bädden längre tid än rekommenderat (Fridell 2015).



Figur 4. När terrassen inte är tillräckligt genomsläpplig för den dimensionerade regnmängden behöver den en dräneringsledning som för bort överskottsvatten.

(Illustration: Åsa Wellander)

Typ 3

Typ 3 av biofiltren skiljer sig från de första två systemen genom att kontakten med grundvattnet bryts med hjälp av ett dräneringsgruslager vilket består av ett lager makadam placerat under mineraljorden. På grund av makadamlagrets kapillärbrytande egenskap hindras grundvattnet från att stiga uppåt i växtbädden. Dessutom skapar övergången mellan växtsubstrat och makadamlager en effekt som efterliknar den av en artificiell grundvattenyta. Eftersom den vattentömmande kraften blir lägre ju kortare avståndet är mellan makadamlagret och mineraljorden är det viktigt att inte använda sig av mineraljord med för många små porer. Då uppstår en risk för anaerob miljö om det inte finns tillräcklig kraft för att tömma dem. Denna typ av biofilter håller en ojämnare nivå av fukt till växterna än de andra typerna då det inte finns något tillskott underifrån av det naturliga grundvattnet. Mängden vatten som hålls kvar i denna konstruktions jord kommer styras av övergången mellan makadamlagret och mineraljord och inte av grundvattenytan. Ofta förekommer även här dräneringsledningar i makadamlagret som leder bort oönskat överskottsvatten (Fridell 2015).

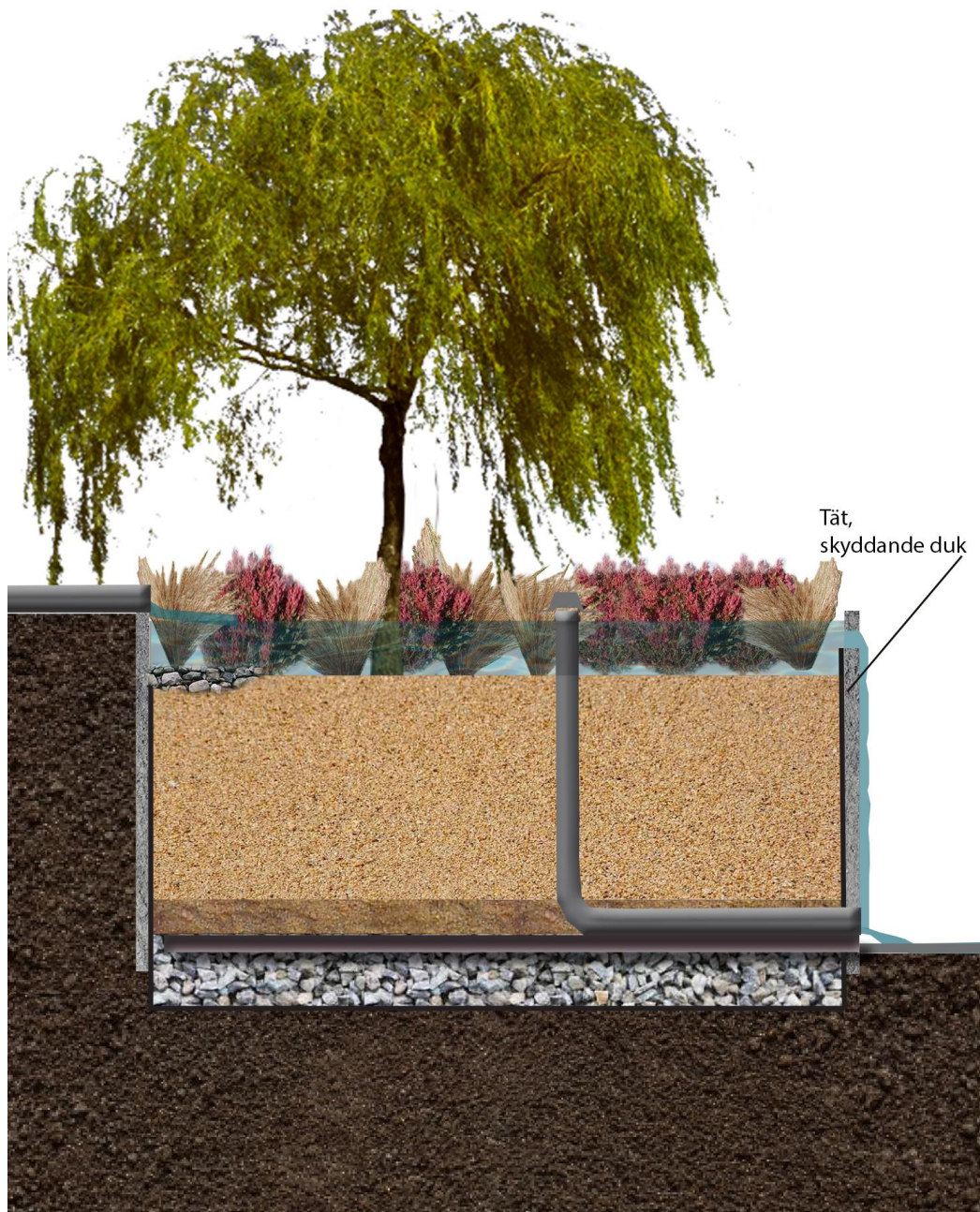


Figur 5. Effekten som skapas liknar en artificiell grundvattenyta. Den riktiga grundvattenytan kan inte längre nå upp i växtbädden.

(Illustration: Åsa Wellander)

Typ 4

Biofilter typ 4 är nästan identisk med typ 3 med skillnaden att den har en tät skyddande duk under makadamlagret och upp på kanterna som hindrar eventuella föroreningar från att spridas ut i grundvattnet. Det gör dock ingen märkbar skillnad för ståndorten (Fridell 2015).



Figur 6. Typ 4 har en skyddande duk runt systemet för att förhindra att eventuella föroreningar sprids till grundvattnet.

(Illustration: Åsa Wellander)

Typ 5

Typ 5 har även den en tät duk under makadamlagret, men innehåller även ett vattenlås som skapar ett internt vattenförråd. Detta gör att fukt hålls kvar under längre tid i bädden vilket underlättar för växterna vid längre tid utan nederbörd. Vattenlåset är beläget under växternas rotzon och en eventuellt anaerob zon påverkar dem inte (Fridell 2015).



Figur 7. Typ 5 har större tillgång på vatten p.g.a. ett vattenlås.

(Illustration: Åsa Wellander)

3.3.STÅNDORTSANALYS

Namnet "regnbädd" är något missvisande då det kan förknippas med en blöt eller fuktig växtplats. I själva verket står den ofta torr mellan regnskuror på grund av det välldränderande material det är uppbyggt av (Fridell 2015). En regnbädd i gatumiljö är således en torr växtplats som ställer krav på växternas skydd mot torkstress.

Stadens ståndort i sig varierar stort beroende på hur omgivningen ser ut. Parklandskap erbjuder ofta stort rotdjup och fuktig, bördig jord för god utveckling av växtlighet som inte kan jämföras med gatuplanteringar där miljöerna oftast är väldigt stressande för växter (Sjöman & Lagerström 2007).

Salt är en återkommande riskfaktor för växter i stadsmiljö, då det används på vägar och gator för is- och snösmältning. Vid tö rinner det salta smältvattnet ned i regnbäddarna och utsätter växterna för liknande skador som uppstår vid torkstress. Dessutom vittrar saltet sönder vanligt byggnadsmaterial som betong, vilket i höjer pH-balansen i marken och gör den mer basisk än på naturliga växtplatser (Sjöman & Lagerström 2007). Vissa växter har byggt upp metoder och strategier för att tolerera eller undkomma högre salthalter, vilka är viktiga att förstå vid växtvalet till trafiknära planteringar (Zhu 2001).

Förutom de grundläggande behov växter har som vatten, näring, syre och solljus krävs även att växten får plats för sina rötter. Detta är inte lätt i en tätbebyggd stad där rötter måste konkurrera med underjordiska ledningar och dylikt vilket oftast leder till att rotdjupet blir minimalt. Det rekommenderade minsta rotdjupet för träd i en regnbädd är runt 80 cm (Fridell 2015) och för perenner runt 60 cm, men inte grundare än 40 cm (FAWB 2009). Ståndortsanalysen utgår från dessa rekommendationer och att regnbädden befinner sig i hårdgjord gatumiljö. Detta innebär att vattentillförseln vid kraftiga skyfall blir större och att torkstressen där emellan blir värre än i ett motsvarande semi-urbant eller ruralt landskap (Sjöman et al. 2012).

Analysen utgår också från att alla typer av regnbäddar består av samma substratmaterial, djup på växtbädd och fördröjningszon och beskriver därmed enbart hur typernas skillnader påverkar ståndorten och i sin tur valet av växter. De olika regnbäddarna kopplas till naturliga ståndorter i så stor utsträckning som möjligt. På så vis går det att dra slutsatser om vilka inhemska arter som är genetiskt anpassade till respektive typ av regnbädd.

3.3.1. Gruppindelning

Typ 1 och 2 har kontakt med terrassen och grundvattnet, vilket ger en jämnare tillgång till vatten, medan typ 3 och 4 har ett kapillärbrytande lager som kapar kontakten med grundvattnet. I typ 3 och 4 blir alltså vattenhalten tidvis högre i bädden men håller totalt mindre mängd vatten än i typ 1 och 2. I denna studie där dagvatten är i fokus har typ 1 och 2 snarlika egenskaper vad gäller förmågan att hantera vatten och förs samman till **grupp A**. Likaså har typerna 3 och 4 snarlika egenskaper och sammanförs i **grupp B**. Typ 5 med vattenlås är ett speciellt system och hamnar därför i en egen **grupp C**.

- **Grupp A:** Typ 1 & 2. Kontakt med terrass och grundvatten – jämnare fukthalt i substratbädden mellan nederbördstillfällena, oftast större dränerande kraft än grupp B beroende på hur grundvattenytan ligger.
- **Grupp B:** Typ 3 & 4. Ingen kontakt med grundvattnet, ojämnare fukthalt i substratbädden mellan nederbördstillfällena. Växterna har närmare till den artificiella grundvattennivå som uppstår av makadamlagret eftersom den naturliga grundvattenytan brukar ligga lägre, men har ingen påfyllnad underifrån när vattenmagasinet är tömt. Detta innebär större variationer i markfuktighet och bör motsvara naturliga jordar med begränsat jorddjup på ogenomtränglig grund, till exempel stenhällar med ett jordlager ovanpå. Denna grupp innehåller de regnbäddar som har en högre vattenhalt direkt efter regn, men lägre total mängd växttillgängligt vatten.
- **Grupp C:** Typ 5. Ingen kontakt med grundvatten, men har internt vattenförråd på grund av vattenlås. Den är lite dyrare att anlägga och kräver aningen mer skötsel, men är lättare för växterna att överleva i då den innehåller större mängd växttillgängligt vatten. Den kan liknas vid en sänka av genomsläpplig sandjord med långsammare dränering längre ner i profilen.

3.3.2. Jordartsanalyser

För att kunna förstå vad de fysiska egenskaperna i regnbäddars jordar har för effekt för växtligheten har rapportserien "Studier av markprofiler i Svenska åkerjordar" (Wiklert et al. 1983; Andersson och Wiklert 1977) studerats. Där finns samlad data från hela Sveriges åkerjordar och de som mest liknar den rekommenderade jordartstypen till regnbäddar har valts ut för vidare analys. Vissa skiljer sig från regnbäddarnas konventionella uppbyggnad vad gäller materialsammansättning, men liknar dem i fysikaliska egenskaper som porositet, hydraulisk konduktivitet med mera. Alla jordarter har en lerhalt på under 10 %, vilket överensstämmer med rekommendationen från Vinnova (2014). Denna studie utförs i ett steg för att nå fram till vilken vegetationstyp som bör vara anpassad till respektive markprofil. Vissa av jordarna skiljer sig från de som används till regnbäddar, men förhoppningen är att de ska ha tillräckligt liknande fysiska egenskaper för att kunna ge en klarare bild av vilken sorts ståndort och vegetationstyp som kan kopplas till dem. Till exempel skiljer sig den hydrauliska konduktiviteten från de 75-300 mm/h något eftersom FAWB (2009) anser att hälften av den rekommenderade hydrauliska konduktiviteten ska användas vid konstruktion av regnbäddar. Detta är på grund av att jordarnas egenskaper förändras på grund av till exempel växtlighet och kompakteras med tiden. Vegetationstyperna är hämtade från "Vegetationstyper i Norden" (Påhlsson 1994) och har valts ut grundat på hur jordtypernas beskrivning matchar beskrivningen av de olika vegetationstyperna. För att kunna pricka in ungefär vilken sorts vegetationstyp som ska väljas har jag utgått från ett ståndortsdiagram (se fig.8). Utifrån litteraturstudierna kopplas även jordtyperna och vegetationstyperna samman med grupperingarna av de fem olika typerna av regnbäddar. Därefter kan de arter som är karakteristiska för vegetationstypen analyseras och deras fysiologiska och morfologiska egenskaper för överlevnad sammanställas. På så vis framkommer det vilka egenskaper som passar till respektive regnbäddsgrupping. I bilagorna listas de jordtyper som anses ha liknande egenskaper som rekommenderas för regnbäddar, med information om bland annat porvolymförhållanden, sammansättning och hydraulisk konduktivitet. Här

[illegible]

14

Tabell 2. Sammanställning av de 12 utvalda jordtypernas fysiska egenskaper, vegetationstyper och regnbäddsgrupp.

	Jordtyp 1	Jordtyp 2	Jordtyp 3	Jordtyp 4	Jordtyp 5	Jordtyp 6	Jordtyp 7	Jordtyp 8	Jordtyp 9	Jordtyp 10	Jordtyp 11	Jordtyp 12
Geologi	Morän	Högmosse	Mo, sand, glaciallera	Sand-avlagringar	Mo och sand	Morän	Glaciala och postglaciala sediment	Glaciala, postglaciala sediment,	Glaciala, postglaciala älsediment	Glaciala sediment, moränmaterial	Mo, podsol, blekjord, rostjord	Älvsediment, svag järnutfällning
Jordart	Lerig sand, måttlig mullhalt	Vitmosstorv	Mullrik, lerig mo	Svagt lerig, måttligt mullhaltig	Ngt. mullhaltig, lerig mellansand, djupare: grovmo	Måttligt mullhaltig, lerig sand	Måttligt mullhaltig, lerig, mjälig mo.	Svagt lerig grovmo, måttligt mullhaltig.	Svagt lerig, moig mellansand, måttligt mullhaltig	Ngt mullhaltig, lerig mo	Måttlig mullhalt, svagt lerig grovmo	Måttlig mullhalt, lerig mjälig mo.
Struktur	Enkelkorn-struktur	Hög porositet	Enkelkorn-struktur	Enkelkorn-struktur	Hög genomsläppl., rostutfällning	Hög genomsläppl.	Aggregatstr.	Svag aggregatbildn.	Enkelkornstr.	Enkelkorn-struktur, efter 50 cm aggregerad.	Enkelkorn-struktur	Enkelkorn-struktur
Porositet	49,1 vol.-%	92,7 vol.-%	45,9 vol.-%	49 vol.-%	43,8-38,6 vol.-%	40,7 vol.-%	59,7 vol.-%	52,6 vol.-%	47,2 vol.-%	45,0 – 58,7 vol.-%	44,2 vol.-%	47,2 vol.-%
Växttillg. vatten	196,5 mm	605,4 mm	345,6 mm	37,8 mm	145,3 mm	145,7 mm	465,7 mm	438,3 mm	89,4 mm	399,7 mm	368,7 mm	423,6 mm
Hydr. konduk.	52 mm/h	---	10 mm/h	443 mm/h	113 mm/h	67 mm/h	23 mm/h	60 mm/h	132 mm/h	186 mm/h	58 mm/h	34 mm/h
Snarlik regnbäddstyp	C	(A)	C	B	B	A	C	B	A	C	B	C
Vegetations typ	Tofsäxingshed	Högmosse	Ängshavre torräng	Rished	Sandstarrhed	Ljunghed	Högstarräng	Fårsvingel-torräng	Borsttåtelhed	Blåtåtelhed	Ljunghed	Ängstyp

3.4. REGNBÄDDARS STRESSFAKTORER

Växtstress kan definieras som all negativ påverkan på växtens normala tillväxt och metabolism. Hanteringen av stress delas generellt in i *undvikande* eller *tolerans* och varierar beroende på växtens strategi och anpassning till miljön (Keddy 2007). Stadens gatumiljö ställer högre krav på växtligheten än vad naturliga växtplatser gör. Den kan vara olika stressande beroende på om växten är naturligt anpassad för att tåla en hårdare miljö eller kommer från bättre förhållanden. Generella stressfaktorer för växter i urbana planteringar är till exempel salthaltiga jordar, torrare miljö och förhöjd temperatur på grund av Urban heat island-effect (UHI) (Sjöman & Lagerström 2007). I samband med att städer förtätas blir det också väldigt trångt, vilket leder till begränsat rotdjup (ibid). Regnbäddars genomsläppliga substrat kan bidra till torrare miljöer än vad som uppstår i vanliga planteringar, åtminstone under nederbördsfria perioder. Under större regnperioder översvämmas de dock och har därmed en fluktuerande vattentillgång.

Även i naturen uppstår svåra miljöer för växter vilket inte nödvändigtvis innebär att alla arter flyr platsen. Istället har vissa av dem utvecklat strategier för att hantera platsens specifika stressfaktor/er. För att lyckas skapa dynamiska vegetationssystem måste ståndorten förstås och växter väljas därefter. Om växterna blir för negativt påverkade av stressen och måste lägga sin energi på överlevnad kan de inte längre leverera sina ekosystemtjänster (Keddy 2007) såsom till exempel nedkylning och vindbrytning (Sjöman et al. 2012) och förlorar därmed sitt värde för staden. Nedan följer beskrivningar av de vanligaste stressfaktorerna som kan uppstå i en regnbädd.

3.4.1. Salt

Salt är den största stresspåverkan vad gäller tillväxt och produktivitet för växterna. De växter som har anpassat sig för att hantera salta miljöer kallas för halofyter och glycofyter (Parida & Das 2004). Det finns många strategier som dessa arter har utvecklat mot saltpåverkan, vissa av dem innehar flera medan andra bara har enstaka (Fitter & Hay 1987). Ofta har de växter som tål salt även utvecklat försvar mot andra stressfaktorer som kyla, torka eller hög temperatur (Zhu 2001) vilket kan vara fördelaktigt i en regnbädd eftersom ett vitt spektrum av stressfaktorer kan uppstå. Dock säkerställer inte en tolerans mot andra stressfaktorer att en växt även kan hantera salt.

Lågliggande kustnära mark som översvämmas av tidvatten innehåller ofta stora mängder salt, till stor del Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} (Fitter & Hay 1987) vilket kan vara en passande ståndort för regnbäddsväxter då de både måste kunna tolerera salt, återkommande översvämning och genomsläpplig mark. Höga halter marksalt kan även förekomma i inlandsområden där evapotranspirationen är hög och saltet i marken koncentreras. Det avdunstande vattnet tar med sig saltet uppåt i markprofilen vilket gör att salterna ofta ackumuleras nära jordytan. Sådana jordar domineras av Ca^{2+} SO_4^{2-} , även om ovan nämnda joner också förekommer (Fitter & Hay 1987; Keddy 2007). Dessa inlandssaltmarker är torra på sommaren och blöta på vintern men skiljer sig från år till år beroende på variation i nederbörds mängd. Det gör att nederbördsfattiga år är fördelaktiga för halofyters återetablering medan år med rik nederbörd ger fördel för övriga arter eftersom vattnet transporterar ner saltet som ackumulerats vid markytan (Keddy 2007). Parida & Das (2004) skriver att ett vanligt tecken på saltstress är utsöndrandet av hormonet ABA (abscisinsyra) som får stomata att stänga sig. Sjöman & Nielsen (2010) belyser svårigheten med att särskilja

om stress är orsakat av torka eller salt eftersom skadorna blir så pass lika. Det är därför viktigt att känna till om växtmaterialet är salttåligt så skadekällan kan härledas.

Vanligtvis hanterar halofyter salt genom att antingen försöka stänga ute saltet från sina celler, vilket är en undvikande metod, eller så tolererar växten saltet genom att koncentrera det till växtdelar som sedan försakas (Parida & Das 2004). Halofyter måste enligt Fitter & Hay (1987) ha en del grundläggande egenskaper för att kunna överleva höga salthalter. De måste kunna skapa rätt osmotiskt tryck i cellerna för att cellernas vatten inte ska dras ut av saltet. Na^+ och Cl^- är giftiga för många växtceller, även Mg^{2+} SO_4^{2-} kan vara skadliga i för höga halter, därför måste växten ha metoder för att kunna hantera dessa joner. Salthaltiga jordar skapar svåra habitat då de antingen är havsnära och vattenmättade eller torra och ökenlika, vilket betyder att halofyten måste tåla att stå i vatten men även vara torktålig. Na^+ bidrar också till upplösning av leraggregat vilket minskar porerna och därmed syrehalten i jorden vilket leder till att marken blir mer cementlik och syrefattig.

För höga salthalter har visat sig påverka olika enzymer, näringsupptag, fotosyntesen och cellmembranen. En reaktion mot saltstress är att växten producerar ämnen som transporterar vattenmolekyler in eller ut från cellen för att hålla osmotisk balans. Växten producerar detta för att motverka de reaktiva syreföreningar som kan leda till oxidativ stress, det vill säga produktion av skadliga radikaler i cellandningen (Zhu 2001). Vidare skriver Zhu (2001) att växten lättare kan återuppnå osmotisk jämvikt om den kan förhindra oönskad transport av Na^+ till cellerna. Vissa ämnen som transporterar joner genom cellmembranet plockar även upp Na^+ som får fritt inträde till cellen. För höga halter av Na^+ i växtcellen rubbar den osmotiska jämvikten och sätter dessutom viktiga enzymer ur funktion. De Na^+ som lyckas ta sig in i cellen kan lagras i vakuolen och användas som en osmolyt för att uppnå osmotisk jämvikt. Denna metod är vanlig bland halofyter (a.a.).

3.4.2. Torka och värme

På samma sätt som det är svårt att skilja torkstress från skador som uppstår vid för höga salthalter är det även svårt att särskilja om vissa reaktioner kommer från torka respektive värme (Fitter & Hay 1987). I detta avsnitt behandlas båda dessa stressfaktorer eftersom många av deras skador ofta går hand i hand.

Naturligt torra ståndorter ger antingen en långsam, successiv minskning av vatten i marken som kan pågå i dagar, veckor eller månader eller en kortare torrperiod som håller i under några timmar eller ett fåtal dagar. Beroende på om uttorkningen sker snabbt eller utdraget ger väldigt olika responser i växternas överlevnadsstrategier. Under den långdragna vattenbristen kan växterna antingen undkomma torkstress genom att korta sin livscykel eller acklimatisera sig till den nya miljön och öka sina resurser. I fallet vid abrupt vattenbrist reagerar växten med att minimera vattenförlust genom att stänga stomata och dra ner på den metaboliska processen (Chaves et al. 2003). Det finns olika sorters mekanismer, dels genetiska som triggas av vattenbrist, men också fenotypiska som till exempel vattenlagring i växtdelar eller storlek på rotsystem. Dessa utlöses inte bara vid torka utan finns hos växten hela tiden (Keddy 2007). Växter har vissa metoder att motverka stress som inte syns med blotta ögat. Dessa kan vara svåra att upptäcka då de fungerar genom frigörande av hormoner eller andra substanser som inducerar försvarsprocesser i växten. Ibland syns dock växtens försvarsmekanismer tydligt på deras utformning (Ibid.).

Växters egenskaper för att undkomma torkstress brukar generellt delas in i två grupper; undvikande och tolerans (Lambers et al. 1998). Ibland delas de in i tre grupper där även torkflykt tillkommer, ofta kan en och samma växt inneha egenskaper från flera typer samtidigt (Chaves et al. 2003; Keddy 2007). Att fly torkstressen kan innebära att växten kortar ner sin livscykel och dör innan torkan kommer. Vid sådana metoder är det viktigt att förökelsen fungerar under den korta levnadsprocessen. Detta är taktiken hos annueller, som tar upp och förbrukar stora mängder näring och vatten för att optimera vegetativ tillväxt och förökning medan det fortfarande finns vatten och upptagbar näring i marken (Maroco et al. 2000). Precis som med salt är utsöndrandet av ABA-hormon, abskissinsyra, ett tecken på torka. Hormonet transporteras upp till bladen och får stomata att sluta sig (Lambers et al. 1998) eller rullar ihop eller vinklar bladen för att minska ljusupptag (Chaves et al. 2003). En mer drastisk metod är att minska bladverket genom att dra ner på tillväxten eller helt enkelt fälla sina blad (ibid.). Under kraftig torka är en vanlig reaktion att fokusera tillväxten till rötterna för att öka chanserna till vattenupptag. Tjocka rötter är viktigt för optimalt upptag av vatten och underlättar även framkomlighet vid svårpenetrerade jordar (Keddy 2007).

Exempel på tolerans är vattenlagrande växtdelar eller tuvbildning (ibid.), vissa har även håriga växtdelar för att reflektera ljusinstrålning (Chaves et al. 2003). Små blad är en bra anpassning mot hög solinstrålning och värme eftersom den lilla bladytan ger en relativt liten värmeavledning och lättare kan styra vattenförlusten genom stängning av stomata (Chaves et al. 2003; Keddy 2007). Enligt Gould (2004) har växtens färg stor betydelse, vilken avgörs av antocyanider och klorofyll. Antocyaninet i växten spelar en avgörande roll när växten är utsatt för stress, inte bara vad gäller torka, utan även extrema temperaturer, tungmetaller och mekaniska skador. Ett uppenbart tecken på att en växt innehåller antocyanider är om den har en annorlunda färg. Alla växter som minskat klorofyllet i bladmassan och ökat halten antocyanider skiftar från blått till rött (ibid.).

Många städsegröna växter, det vill säga de som inte tappar sina blad under vintern (till exempel gran), anpassade till torra miljöer har en kombination av olika metoder för att

tolerera torka; dels låg osmotisk potential, sklerofyll, låg fotosyntes- och stomatakapacitet (Chaves et al. 2003; Lambers et al 1998). Några av dessa egenskaper kan ses med blotta ögat, till exempel är sklerofylla blad ofta små och tjocka med liten bladyta. En egenskap hos städsegröna växter är att deras bladlängd ofta är mindre än 1,5 cm (Fitter & Hay 1987). Örtartade växter med normalt sett större blad kan också reducera sin bladyta under torkstress genom att lägga mindre energi på bladtillväxten (Maroco et al. 2000; Chaves et al 2003) vilket inte bara påverkar fotosyntesen negativt, utan även ger en direkt effekt på cellnivå (Lambers et al 1998). Andra exempel är reducerat antal stomata, vattenlagring i växtdelarna, vaxliknande lager över epidermis eller lagring av näring och vätska i knölar, vilket är signifikativt för geofyter (Keddy 2007).

Växter med så kallad CAM-strategi (Crassulacean Acid Metabolism) fungerar genom att de stänger stomata under dagen för att minska vattenförlust och öppnar dem igen för nattlig transpiration. Då samlar växten koldioxid och lagrar det i vakuolen där det på dagen släpps fritt genom den så kallade Calvin-cykeln. De flesta CAM-arter är suckulenter, men det är inte något signifikativt för hela gruppen (Keddy 2007; Lambers et al. 1998).

3.4.3. Översvämning

Vid översvämning täpps de annars syrefyllda porerna i jorden igen med vatten vilket leder till syrebrist för växter och mikroorganismer i jorden. När det kvarvarande syret i marken är slut bildar mikroorganismerna växttoxiner som metangas, etylen, vätgas (H_2), koldioxid (CO_2) och kvävgas (N_2) (Pezeshki 2001; Keddy 2007). Ett av dessa toxiska ämnen, etylen, har visat sig verka som en signal för bildandet av aerenchym; en förstorad ledning genom växten som underlättar syretransport vid syrebrist i rötterna (Glenz et al. 2006; Pezeshki 2001).

En allmän reaktion hos växter är att de avstannar i fotosyntes och tillväxt, stomata stängs och den totala biomassan minskar (Lopez & Kursar 2003). Generellt sett anses vedartade angiospermer, även kallade gömfröiga växter, klara översvämning bättre än vedartade gymnospermer, så kallade nakenfröiga (Glenz et al. 2006; Vreugdenhil et al. 2006; Blom 1999). Tidpunkt och varaktighet för översvämningen påverkar till stor del hur vegetationszoneringen sker i flodslätter och visar vilka arter som klarar påfrestningarna av många och återkommande översvämningar (Blom & Voesenek 1996). Även Pollock (1998) menar att återkomsten och magnituden av översvämningar är den främsta faktorn som avgör artdiversiteten i flodslätter. Blom & Voesenek (1996) tar upp vikten att titta på de arter som står lite längre upp i flodslätten och inte blir lika varaktigt och frekvent översvämmade. Närmst vattnet kolonialiseras ofta pionjärer medan arterna längre upp oftast består av en något senare successions-grupp men som ännu inte nått en stabil fas. Dessa arter menar de är viktiga att undersöka vidare då de ofta blir förbisedda i översvänningsstudier. Vreugdenhil et al. (2006) beskriver Europas typiska flodområde bestående av *Salix* spp. och *Populus* spp. närmst vattnet och *Fraxinus* spp., *Quercus* spp. lite längre upp på flodslätten. Dock varierar zoneringen mycket mellan olika arter inom samma släkte. Vidare skriver de att *Crataegus monogyna*s överlevnadsstrategi för översvämning är dåligt underbyggda, men de verkar återhämta sig bättre än andra angiospermer som *Fraxinus excelsior* och *Quercus robur*.

De flesta arter klarar en kortare period av översvämning, men generellt sett ökar risken för skador ju längre tid växterna står översvämmade (Glenz et al. 2006). En undersökning av Hall & Smith (1955) i Alabama, (USA) visade att alla studerade arter dog när rothalsen periodvis översvämmats mer än 54 % av växtsäsongerna som projektet täckte. En undersökning beskriven av Glenz et al. (2006) utförd av Gorzelak (2000) i Oder i Polen 1997 visade att en ihängande översvämning på fyra veckor orsakade att alla *Fagus sylvatica* dog,

Prunus padus återhämtade sig andra säsongen medan *Salix* spp. och *Populus* spp. över huvud taget inte visade några tecken på skador. Men inte ens de mest tåliga arter klarar att leva under syrefattiga förhållanden under längre tid utan att få irreversibla skador, även dessa arter behöver stå utan översvämning minst 55-60% av sin växtsäsong för att må bra (Glenz et al. 2006). I Glenz et al. (2006) artikel refereras till en tysk undersökning av Pott (2000) som visar att *Quercus robur* tål 96 dagar översvämning per år, *Ulmus leavis* 119 dagar/år, *Salix viminalis* 165 dagar/år, *Salix rubra* 238 dagar/år, förutsatt att alla är i adulta stadier. Detta stärker även teorin om att gymnospermer (i detta fall *Salix* spp.) har bättre förmåga att tåla översvämning än angiospermer (här *Quercus* spp., *Ulmus* spp.). Denna skillnad i tolerans beror dock på vilka dagar, när på året och hur frekventa och långvariga översvämningarna är. De flesta arter stannar av i tillväxten vid extrem översvämning och fotosyntesen reduceras vid brist på syre. Generellt påverkas rotsystemets tillväxt mer än skotttillväxten, men även denna reduceras kraftigt (Glenz et al. 2006). Det gäller dock inte för videväxter (*Salicaceae*) som istället ökar skotttillväxten under översvämning för att kunna samla syre och transportera det till rötterna (Vreugdenhil et al. 2005).

Det spelar stor roll när på året översvämningen sker, växterna skadas mycket mer om de översvämmas under växtsäsongen eftersom metabolismen och fotosyntesen då är i full gång (Glenz et al. 2006). Mest utsatta är träd på senvåren efter den första tillväxtperioden, medan tidigt grodda växter påverkas mest tidig vår då de just kommit upp och har svårt att överleva eventuella översvämningar. Då gynnas mer sent frösatta arter då de kan undkomma större våröversvämningar under sin första växtsäsong (ibid.).

Själva översvämningsdjupet påverkar också växterna och delas in i tre stadier där jorden antingen är mättad, delvis översvämmad eller helt översvämmad (Blom & Voesenek 1996.) Att en art kan överleva längre tid i vattenmättad jord betyder inte att den tål total översvämning med vatten mot stammen (Glenz et al. 2006). Särskilt svårt är det för växterna när även bladen hamnar under vatten eftersom det påverkar metabolismen då lenticellerna i bladen inte längre kan utföra något gasutbyte. Detta gäller särskilt för örtartad vegetation där större delen av rötterna syresätts enbart via bladen och inte med hjälp av stammen vilket är fallet med viss vedartad vegetation (ibid.).

3.5. ÖVERLEVNADSSTRATEGIER

Från de 12 jordtyper och vegetationstyper som studerats framkom en växtlista på sammanlagt 60 bestämda arter och 7 släkten (listas som t.ex. *Crataegus* sp.). Vissa av dessa arter och släkten är återkommande, vilket skulle gett ett felaktigt värde till vissa egenskaper om de skulle räknas varje gång de förekom. Därför har en arts egenskaper enbart räknats en gång för att ge ett så korrekt utfall som möjligt. För att tydliggöra de arter och släkten som förekommer fler än en gång har de markerats med en specifik färg, i excell-dokumentet följer även en lista med hur många gånger de återkommer (se tabell 3).

Vissa regnbäddsgrupper var också mer frekvent återkommande än andra i jämförelsen till jordtyperna. För att se om resultaten skiljer sig mellan vilka egenskaper som passar generellt till alla regnbäddar och specifikt till regnbäddsgrupper har frekvensen av egenskaper som passar respektive grupp tagits fram.

Alla egenskaper är hämtade från litteraturstudien av torktålighet hos anpassade arter. De flesta är synliga medan andra går att finna genom att studera en flora. All information om arterna har hämtats från Mossberg & Stenbergs (2003) "*Den nya nordiska floran*" samt "*Den virtuella floran*" (Naturhistoriska riksmuseet 2013).

Resultatet visar att det finns ett starkt samband mellan vissa specifika växters morfologiska och fysiologiska egenskaper och deras lämplighet i regnbäddar placerade i gatumiljö. Resultaten varierade dock och vissa strategier visade sig mer vanliga än andra. Till exempel verkade smal bladyta, salttålighet, hårlighet och små blad vara de viktigaste parametrarna för att tåla regnbäddars ståndort överlag. Andra egenskaper som till exempel CAM-fotosyntes visade sig vara sällan förekommande (se tabell 3).

I studien av vilka regnbäddsgrupper som kunde jämföras med markprofilerna låg regnbäddsgrupp C i täten med fem liknande markprofiler, efterföljd av grupp B med fyra stycken och sist låg grupp A med tre. Detta gav en ojämn uppdelning i vilka arter som hör till varje ståndort, men eftersom dessa räknades procentuellt borde utfallet mellan ståndorterna ändå vara jämförbart. Denna uppdelning mellan ståndorter visade att de vanligaste egenskaperna för att tolerera ståndorten i grupp A var salttålighet och smal bladyta (88.2 % vardera) och små blad och hårlighet på delad andra plats (58.8 %). För grupp B var salttålighet vanligast (65 %) följt av smal bladyta och små blad (60 %) och för grupp C var smal bladyta (66.7 %), salttålighet (64.1 %) och hårlighet (59 %) vanligast (se tabell 4). Detta överensstämmer med de vanligaste allmänna egenskaperna men skiljer sig mellan grupperna då grupp A har övervägande arter med smal bladyta och salttålighet än de andra grupperna. Resultatet av detta pekar på vikten att anpassa växtmaterialet efter den specifika ståndorten och att förståelsen för växtplatsen är väsentlig.

Tabell 3. Alla arter listade med överlevnadsstrategier mot tork och saltstress. De ljuslila raderna markerar återkommande arter och räknas enbart första gången.

Tofsäxingång 1:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Arenaria serpyllifolia	x								x	x		x(ssp. lloydii)						
Cerastium semidecandrum	x							x	x	x		x	x					
Dianthus arenarius		x						x						x			Flikiga kronblad	
Festuca polesica			x					x		x		x	x	x				
Koeleria glauca			x					x		x		x	x	x			Inrullade blad	
Sedum acre		x					x	x	x		x	x			x		Mattbildande	
Torr myrtyp 2:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Betula nana					x				x	x		x					Låg, krypande	
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x		
Chamaedaphne calyculata					x			x	x	x				x		x		
Eriophorum vaginatum			x halvgräs					x		x		x	gul	x			Hårigt borst	
Pinus sylvestris						x		x				x				x		
Rhododendron tomentosum					x			x	x	x		x			x	x	Inrullade bladkanter	
Torrängstyp 3:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Helictotrichon pratense			x					x		x		x	x	x			Ax hårigt	
Helictotrichon pubescens			x					x				x					Ax hårigt	
Corylus avellana					x					x							Blommar vår-vinter	
Crataegus sp.					x					x		x						
Festuca ovina			x					x		x		x	x	x			Från hed-myr, vikta blad	
Galium verum		x						x	x	x	(Fam. Rubiaceae)	x		x			Åsar på stjälk	
Juniperus sp.					x			x	x			x				x		
Plantago media		x								x		x		x	x		Bladrosett	
Prunus spinosa					x				x	x		x			Blank		Kustnära, rasbrant	
Torrmark 4:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Betula sp.						x				x (B.pubescens)								
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x		
Empetrum nigrum				x				x	x			x	x				Hed-tallmyr	
Juniperus sp.					x			x	x			x				x		
Pinus mugo					x			x				x				x		
Rumex acetosella				x				x	x			x		x	Kåda		Basala blad	
Vaccinium vitis-idaea				x					x	x		x			x	x	Hed-högmosse	
Viola arvensis	x							x	x									

Kustljunghed 5:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyf	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Betula sp.						x				x (B.pubescens)								
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x		
Carex arenaria			x															
Empetrum nigrum				x				x	x			x	x				Hed-tallmyr	
Juniperus sp.					x			x	x			x				x		
Pinus sp.					(x)	x		x				x				x		
Quercus sp.						x				Under blad och ollon								
Rished 6:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyf	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x		
Empetrum nigrum				x				x	x			x	x				Hed-tallmyr	
Genista anglica				x				x	x				x					
Genista pilosa				x				x	x	x		x					Gren krypande	
Carex pilulifera			x					x		x		x	Gulgrön	x				
Deschampsia flexuosa			x					x				x	x	x			Ihoprullade blad	
Potentilla erecta		x							x	x		x					Grov jordstam	
Högvuxen starräng 7:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyf	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Agrostis canina			x					x				x		x			Ovanjordisk utlöpare	Trivs i fukt-blöta.
Alnus glutinosa						x				x			x					
Alnus incana					(x)	x				x			x				Kvävefixerande, rotskott	
Carex acuta			x					x				x		x			Utåtrullade blad vid torka	Trivs i alkärr, grunt vatten.
Galium palustre		x						x	x									Trivs vid stränder, fuktig mark.
Calamagrostis canescens			x					x						x				Trivs vid flodkanter, sumpskog.
Calamagrostis purpurea			x					x		x		x						Stränder, kärrkanter, diken.
Phalaris arundinacea			x					x						x				Sötvatten stränder.
Salix sp.					(x)	x												
Fårsvingel-torräng 8:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyf	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Armeria maritima		x						x	x	x		x		x				
Crataegus sp.					x					x		x						
Festuca ovina			x					x		x		x	x	x			Från hed-myr, vikta blad	
Juniperus sp.					x			x	x			x				x		
Luzula campestris		x						x	x	x			x					
Lychnis viscaria		x						x	x					x	x" tjära"			

Thymus serpyllum					x			x	x	x		x					Mattbildande	
Prunus spinosa					x				x	x		x			Blank		Kustnära mark, rasbrant	
Borstttåtelhed 9:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Aira praecox	x		x					x				x		x				
Corynephorus canescens			x					x				x	x	x				
Carex arenaria			x					x				x		x			Jordstam	
Helichrysum arenarium		x						x	x	x	(Fam. Asteraceae)	x	x	x			Bladrosett	
Logfia minima	x							x	x	x	(Fam. Asteraceae)	x						
Högvuxen rished 10:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Molinia caerulea			x					x		x		x	x	x				
Myrica gale					x			x	x	x							Kväve-fixerande, bladglandler	
Agrostis canina			x					x				x	x				Ovanjordisk utlöpare	Trivs i fuktig-blöt jord, stränder, kärräng.
Carex panicea			x					x				x	x	x				
Erica tetralix				x				x	x	x		x		x		x	Inrullade bladkanter	
Galium palustre		x						x	x									Trivs vid stränder, fuktig mark.
Potentilla erecta		x							x	x		x					Grov jordstam	
Salix repens					x			x	x	x		x	x					
Viola palustris		x								x		/		x	Glansig		Brackvatten-stränder	
Blåbär-ljunghed 11:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x		
Vaccinium myrtillus				x					x					x	x	x		
Vaccinium vitis-idaea				x					x	x				x	x	x	Nedvikt bladkant	
Cornus suecica		x										x	x				Krypande jordstam	
Skogsnäva-äng 12:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt	
Alchemilla ssp.		x					x			x							Vedartad jordstam	
Anemone nemorosa		x geofyt					x	x									Frisk-fuktig mark	
Geranium sylvaticum		x								x	(Fam. Geraniaceae)			x				
Rhinanthus minor	x							x				x					Halv-parasit	
Dactylorhiza sambucina		x					x	x			(Fam. Orchidaceae)	x					Rotknöl, ihålig stjälk	
Hepatica nobilis		x					x			x							Rotstam	Frisk, väl-dränerad kalkhaltig mark.

Melampyrum nemorosum	x							x		Krushårigt foder							Halvparasit
RESULTAT 68 arter/släkten:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad (<1.5 cm)	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofytt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	
Procent:	10,30%	23,50%	27,90%	13,20%	20,60%	10,30%	7,60%	70,60%	41,20%	54,40%	1,50%	67,60%	27,90%	39,70%	16,20%	16,20%	
Antal:	7	16, varav 1 geofyt	19, varav 1 halvgräs	9	14 (x) har räknats	7	5	48	28	37	1	46	19.Alla avikande färger medräknade	27	11	11	
	MF	V	V	MF	V	MF	MF	MV	MV	MV	O	MV	V	V	MF	MF	
Mycket vanlig:	40-100%										Återkommande:						
Vanlig:	20-40%										Betula sp.		2				
Måttligt förekommande:	5-20%										Calluna Vulgaris:		5				
Ovanlig:	<5%										Carex arenaria:		2				
											Crataegus sp.:		2				
											Empetrum nigrum:		3				
											Festuca ovina:		2				
											Galium palustre:		2				
											Juniperus sp.:		4				
											Potentilla erecta:		2				
											Prunus spinosa:		2				
											Vaccinium vitis-idaea:		2				

Tabell 4. Samma 12 vegetationstyper grupperade efter vilken regnbäddstyp de tillhör.

GRUPP A:																	
Torr myrtyp 2:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofy	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Betula nana					x				x	x		x					Låg, krypande
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x	
Chamaedaphne calyculata					x			x	x	x				x		x	
Eriophorum vaginatum			x halvgräs					x		x		x	gul	x			Hårigt borst
Pinus sylvestris						x		x				x				x	
Rhododendron tomentosum					x			x	x	x		x			x	x	Inrullade bladkanter
Rished 6:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofy	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x	
Empetrum nigrum				x				x	x			x	x				Hed-tallmyr
Genista anglica				x				x	x				x				
Genista pilosa				x				x	x	x		x					Gren krypande
Carex pilulifera			x					x		x		x	Gulgrön	x			
Deschampsia flexuosa			x					x				x	Röd	x			Ihoprullade blad
Potentilla erecta		x							x	x		x					Grov jordstam
Borsttåtelhed 9:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofy	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Aira praecox	x		x					x				x		x			
Corynephorus canescens			x					x				x	x	x			
Carex arenaria			x				x	x				x		x			Jordstam
Helichrysum arenarium		x						x	x	x	(Fam. Asteraceae)	x	x	x			Bladrosett
Logfia minima	x							x	x	x	(Fam. Asteraceae)	x					
	2	2	6	4	3	1	1	15	10	10		15	7	8	2	4	
RESULTAT:	11.7%	11.7%	35.3%	23.5%	17.6%	5.9%	5.9%	88.2%	58.8%	58.8%		0%	88.2%	41.2%	47.1%	11.7%	23.5%

GRUPP B:																	
Torrmark 4:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyf	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Betula sp.						x				x (B.pubescens)							
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x	
Empetrum nigrum				x				x	x			x	x				Hed-tallmyr
Juniperus sp.					x			x	x			x				x	
Pinus mugo					x			x				x				x	
Rumex acetosella				x				x	x			x		x	Kåda		Basala blad
Vaccinium vitis-idaea				x					x	x		x			x	x	Hed-högmosse
Viola arvensis	x							x	x								
Kustljunghed 5:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyf	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Betula sp.						x				x (B.pubescens)							
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x	
Carex arenaria			x														
Empetrum nigrum				x				x	x			x	x				Hed-tallmyr
Juniperus sp.					x			x	x			x				x	
Pinus sp.					(x)	x		x				x				x	
Quercus sp.						x				Under blad och ollon							
Fårsvingel-torräng 8:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyf	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Armeria maritima		x						x	x	x		x		x			
Crataegus sp.					x					x		x					
Festuca ovina			x					x		x		x	x	x			Från hed-myr, vikta blad
Juniperus sp.					x			x	x			x				x	
Luzula campestris		x						x	x	x			x				
Lychnis viscaria		x						x	x					x	x" tjära"		
Thymus serpyllum					x			x	x	x		x					Mattbildande
Prunus spinosa					x				x	x		x			Blank		Kustnära mark, rasbrant
Blåbär-ljunghed 11:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyf	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Calluna vulgaris				x				x	x	x		x			x	x	
Vaccinium myrtillus				x					x					x	x	x	
Vaccinium vitis-idaea				x					x	x				x	x	x	Nedvikt bladkant
Cornus suecica		x										x	x				Krypande jordstam
	1	4	2	5	6	3	0	12	12	9	0	13	4	5	6	6	
RESULTAT:	5.0%	20.0%	10.0%	25.0%	30.0%	15.0%	0 %	60.0%	60.0%	15.0%	0 %	65.0%	20.0%	25.0%	30.0%	30.0%	

GRUPP C:																	
Tofsäxingäng 1:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyfyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Arenaria serpyllifolia	x								x	x		x(ssp. lloydii)					
Cerastium semidecandrum	x							x	x	x		x	x				
Dianthus arenarius		x						x						x			Flikiga kronblad
Festuca polesica			x					x		x		x	x	x			
Koeleria glauca			x					x		x		x	x	x			Inrullade blad
Sedum acre		x					x	x	x		x	x			x		Mattbildande
Torrängstyp 3:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyfyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Avenula/Helictotrichon pratense			x					x		x		x	x	x			Ax hårigt
Avenula/Helictotrichon pubescens			x					x				x					Ax hårigt
Corylus avellana					x					x							Blommar vår-vinter
Crataegus sp.					x					x		x					
Festuca ovina			x					x		x		x	x	x			Från hed-myr, vikta blad
Galium verum		x						x	x	x	(Fam. Rubiaceae)	x		x			Åsar på stjälk
Juniperus sp.					x			x	x			x				x	
Plantago media		x								x		x		x	x		Bladrosett, blomma i ax
Prunus spinosa					x				x	x		x			Blank		Kustnära mark, rasbrant
Högvuxen starräng 7:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyfyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Agrostis canina			x					x				x		x			Ovanjordisk utlöpare
Alnus glutinosa						x				x			x				
Alnus incana					(x)	x				x			x				Kvävefixerande, rotskott
Carex acuta			x					x				x		x			Utåtrullade blad vid torka
Galium palustre		x						x	x								
Calamagrostis canescens			x					x						x			
Calamagrostis purpurea			x					x		x		x					
Phalaris arundinacea			x					x						x			
Salix sp.					(x)	x											
Högvuxen rished 10:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofyfyt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Molinia caerulea			x					x		x		x	x	x			
Myrica gale					x			x	x	x							Kvävefixerande, bladglandler
Agrostis canina			x					x				x	x				Ovanjordiska

																	utlöpare
Carex panicea			x					x				x	x	x			
Erica tetralix				x				x	x	x		x		x		x	Inrullade bladkanter
Galium palustre		x						x	x								
Potentilla erecta		x							x	x		x					Grov jordstam
Salix repens					x			x	x	x		x	x				
Viola palustris		x								x		/		x	Glansig		Brackvattenstränder
Skogsnäva-äng 12:	Ettårig ört	Perenn ört	Gräs	Ris	Buske	Träd	Vattenlagrande växtdelar	Smal bladyta	Små blad	Hårighet	CAM	Salttålig, halofyt/glycofytt	Antocyanid	Tuvad	Vaxig	Vintergrön	Övrigt
Alchemilla ssp.		x					x			x							Vedartad jordstam
Anemone nemorosa		x geofyt					x	x									Frisk-fuktig mark
Geranium sylvaticum		x								x	(Fam. Geraniaceae)			x			
Rhinanthus minor	x							x				x					Halvparasit
Dactylorhiza sambucina		x					x	x			(Fam. Orchidaceae)	x					Rotknöl, ihålig stjälk
Hepatica nobilis		x					x			x							Rotstam
Melampyrum nemorosum	x							x									Halvparasit, krushårigt foder
	4	12	13	1	8	3	5	26	11	23	1	25	11	16	4	2	
RESULTAT:	10.3%	30.8	33.3%	2.6%	20.5%	7.7%	12.8%	66.7%	28.2%	59.0%	2.6%	64.1%	28.2%	41.0%	10.3%	5.1%	

4. DISKUSSION

Att växterna i regnbäddskonstruktioner är torktåliga är en viktigare egenskap än att de kan tolerera en blöt och syrefattig miljö. De flesta jordar som kunde jämföras med de olika typerna av regnbäddar hade en relativt hög genomsläpplighet och låg vattenhållande förmåga vilket skapar väldigt torra ståndorter under nederbördsfria perioder. Detta visar på vikten att välja torktåliga växter framför växtlighet från en naturligt fuktig eller blöt ståndort i utformningen av regnbäddar. Att kunna välja växter efter deras egenskaper öppnar upp för en friare planering eftersom utformningen inte begränsas till växtlistor med specifika arter och även om egenskaperna framtagna i detta arbete gäller för vilda växter går de att applicera på hortikulturellt växtmaterial. Vissa vilda växter från växtlistan går givetvis att använda även om de anses vara ogräs, i en tillräckligt hård miljö är växtkraft eftertraktat. Måhända bör de inte vara alltför bra på att sprida sina fröer med vinden då de kan hamna i övriga planteringar, vilket kanske inte är önskvärt.

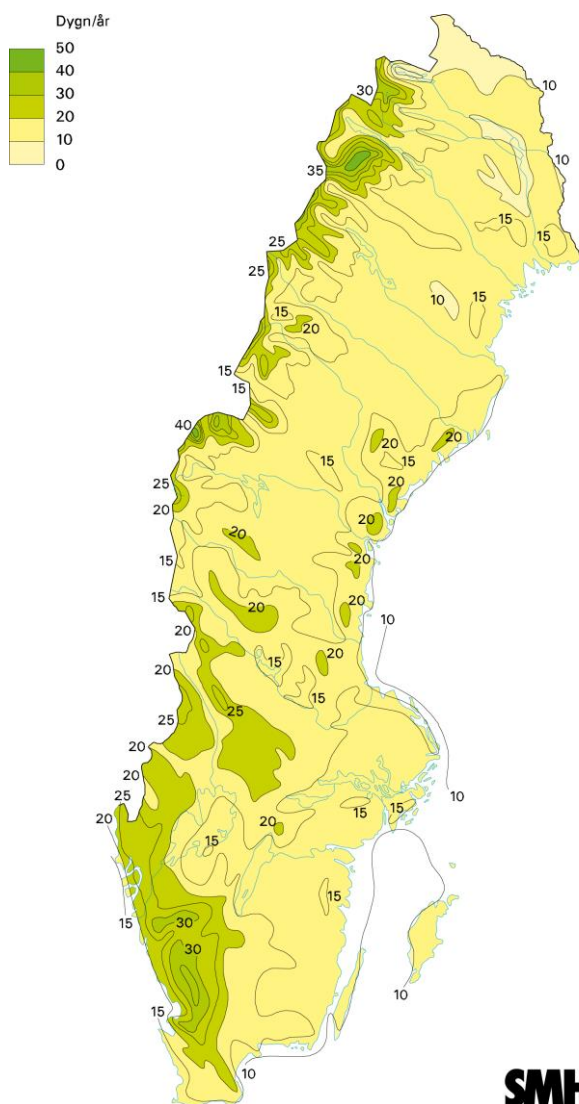
I kapitlet om översvämning framgår det av studierna att växterna har stått vattentäckta under cirka hundra till tvåhundra dagar (Glenz et al. 2006), vilket leder till slutsatsen att växtligheten bör tolerera 48 h stående vatten i en regnbädd. Det framkommer dock inte av artikeln hur ofta dessa översvämningar återkommer eller hur länge de pågår, men årsnederbörden för regnbäddens plats i kombination med att växtligheten inte ska stå översvämmad mer än 55-60% av växtsäsongen bör ge en indikation om hur regnbädden ska dimensioneras. Om en växtsäsong antas sträcka sig från april till oktober är 55-60% av denna tid cirka 117 – 128 dagar. Om återkommande skyfall ger maximal uppfyllnad och längst rekommenderad dränering (48 h) krävs det cirka 58-64 stycken eller fler skyfall/växtsäsong för att förhållandena ska bli för extrema för växternas överlevnad. Enligt SMHI (2015) är medelvärdet mellan 1961-1990 normal dygnsnederbörd med 10 mm som flest 40 stycken per år men oftast färre. Det värdet ligger fortfarande långt under det antal som krävs för att ta kål på växtligheten genom översvämning. Även om översvämning är ett mindre hot än torka i regnbäddar kan vetenskapen om att angiospermer tål längre översvämning sämre än gymnospermer vara användbar i utformandet av biofilter.

Halofyta och glycofyta växter verkar vara att föredra i alla regnbäddsgrupper, antagligen har detta att göra med den ökade tåligheten för andra stressfaktorer som kommer med salttålighet. En metod för att välja salttåliga växter är att titta på utbredning och naturlig härkomst, då kustnära växter med fördel kan väljas. Är det inhemska växter bör de från västkusten föredras på grund av Östersjöns bräckta vatten. Namnens härledning kan med fördel användas, till exempel kan "maritima", vilket betyder "kust" (Google translate 2015) ge indikation om viss stresstålighet. Namnen för de andra vanligaste egenskaperna är:

- | Litet blad: Parviflora
- | Smalt blad: Angustifolia
- | Hårig: Pilosus

(www.translate.google.com)

Dock bör de andra egenskaperna till torktålighet inte förringas, resultatet ger inga garantier om att övriga strategier mot tork och saltstress inte skulle fungera lika bra i en regnbädd.



Figur 9. Antal dygnsnederbörd med minst 10 mm per år i Sverige mellan 1961-1990. (SMHI)

Andra arbeten om regnbäddar, till exempel ett gestaltningsförslag av Lagerkvist & Bååth (2015) berör även de svårigheten att veta vilken sorts växtmaterial som passar eftersom tekniken fortfarande är så pass obeprövad. Lagerkvist & Bååth (2015) kom genom intervjuer med yrkesverksamma inom biofilter fram till att växterna skulle vara tvungna att tåla längre perioder av torka. Ändå föreslogs växter tillhörande blötare ståndorter, vilket visar på ovissheten när det kommer till ståndort och växtval. Eliasson (2013) beskriver att det är viktigt att förstå kraven som ställs på växterna men är något vag i beskrivningen: "viktigast att tänka på gällande vegetationen i en rain garden är att samtliga växter är anpassade efter ståndorten". Eliasson (2013) tar även upp salttolerans som ett krav, men detta återspeglas inte i växtlistan där endast 30 % har denna egenskap och där går arterna också ofta mot en fuktig ståndort snarare än en torr.

I kapitlet om salttåliga växter står det att saltöknar i inlandet berikas med mindre salttåliga arter de år som ger högre nederbörd (Keddy 2007). Detta är för att saltet späs ut och vattnet blir mer lättåtkomligt för växterna. Beroende på platsens salttillförsel och beräknade nederbörd kan växtvalet anpassas efter detta. Planerad torka på sommaren i kombination med hög införsel av salt kan göra att halofyter är ett bra val och vice versa i motsatt situation.

Av de studier som gjorts på växter vad gäller stress dominerar vedartade växter, främst träd, testerna. Det är inte så många örtartade växter som blivit undersökta i de studier jag hittat, förutom med aspekten på salt då vissa vanliga arter som används inom agrikultur är känsliga för det.

Växter har många olika strategier för att undkomma eller tolerera stress som bör bestämma hur och om de ska användas i stadens utemiljö. Det är inte bara viktigt huruvida de har strategier eller ej, utan hur dessa strategier fungerar. Till exempel är en relativt vanlig metod att växten fäller sina blad eller kraftigt avstannar i metabolism och fotosyntes vid extrem stress. Även om växten i det långa loppet överlever stressen är dessa egenskaper inte att föredra då växterna inte längre kan bidra till de ekosystemtjänster vi eftertraktar. För att en växt ska anses lämplig att använda i hårt anfäktade stadsmiljöer krävs att de har tillräckligt med motståndskraft för att kunna leverera dessa tjänster och inte bara överleva.

I metoden att koppla jordtyp till typ av regnbädd har ibland standarden för regnbädd frångått jordarternas sammansättning något. Den främsta selektionsfaktorn av jordtyper har varit jordens struktur och att lerhalten inte ska övergå 10 %. Vissa av jordtypernas k-värden har inte stämt exakt överens med den rekommenderade 75 – 300 mm/h som är de grova riktlinjerna för biofilter, men har ändå räknats med på grund av att detta är mätt i laboratorie som nödvändigtvis inte stämmer överens med tester i fält. Dessutom är jordproverna tagna på åkerjord, vilken kan vara påverkad av gödsling och behandling såsom harvning. Detta kan vara ett problem i kopplingen till vilda, nordiska vegetationstyper som normalt sett är mer näringsfattiga än gödslade åkerjordar. Detta steg vidtogs trots detta för att kunna få en klarare bild av starkare koppling mellan regnbäddar och vegetationstyper.

Vegetationstyp 7 frångår de andra då den domineras av fukttåliga växter där enbart vissa har egenskaper för att även tåla torka. Dessa är mer lämpade till regnbädd typ 5 med internt vattenlås som kan hålla mer växttillgängligt vatten, men kan ändå vara något riskabla att använda på platser där långa torrperioder förutses. Jordtyp 2 avviker även den från de andra då den helt och håller består av vitmosstorv. Torv kan hålla mycket vatten, vilket ger större möjligheter för växtligheten att överleva torrperioder, men utgör också en stor risk eftersom den får hydrofobiska tendenser när väl den har blivit uttorkad (Andriesse 1988). Den bör testas för detta ändamål, men kan med fördel i så fall användas på ställen som vanligtvis undkommer långvarig torka. Jordtyp 4 överstiger riktlinjerna om hydraulisk konduktivitet till högst 300 mm/h med sina 443 mm/h, men kan vara ett bra exempel på växter som skulle kunna användas till en väldigt väl-dränerad regnbädd som är dimensionerad för väldigt stora mängder dagvatten. Jordtyp 3 å andra sidan har hydraulisk konduktivitet till 10 mm/h, vilken med fördel kan jämföras med regnbäddar som är dimensionerade för rening av vatten.

I Demuzere et al. (2014) artikel tar de upp en metod där dagvattnet från taket samlas i en tank innan det distribueras i mindre portioner över regnbädden. Dagvattnet från gatan leds däremot direkt in i bädden. På så vis får växterna en jämnare fukt i jorden mellan nederbördstillfällena och kan omhänderta samma mängd eller mer dagvatten som en konventionell regnbädd kan. De menar att den rubbade vattenbalansen som uppstår till följd av att det konventionella dagvattensystemet direkt leder bort nederbörd från staden kan balanseras genom att fördröja större mängd dagvatten i marken. Evapotranspirationen blir även den högre, vilket bidrar till gynnsammare klimat för alla stadens invånare och förbättrar det urbana vattenkretsloppet. I en sådan typ av regnbädd skulle antagligen växtlighet från fuktigare ståndorter trivas bättre och fluktuationen mellan torrt och blött hade inte blivit lika extrem, vilket öppnat upp för ett större val när det kommer till växtlighet.

5. REFERENSER

Andersson, S. & Wiklert, P. (1977) *Studier av markprofiler I Svenska åkerjordar*. En faktasammanställning del II, institutionen för markvetenskap, avdelningen för lantbrukets hydroteknik. (Lantbrukshögskolan Uppsala, 1977:104)

Andersson, S. & Wiklert, P. (1977) *Studier av markprofiler I Svenska åkerjordar*. En faktasammanställning del III, institutionen för markvetenskap, avdelningen för lantbrukets hydroteknik. (Lantbrukshögskolan Uppsala, 1977:105)

Andersson, S. & Wiklert, P. (1977) *Studier av markprofiler I Svenska åkerjordar*. En faktasammanställning del IV, institutionen för markvetenskap, avdelningen för lantbrukets hydroteknik. (Lantbrukshögskolan Uppsala, 1977:106).

Andriesse, J.P. (1988). *Nature and management of tropical peat soils*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.

Blom, C.W.P.M., Voeselek, L.A.C.J. (1996). Flooding: the survival strategies of plants. *TREE*, Vol.11 s. 290-295.

Brady, N.C. & Weil, R.R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. 14 ed. New Jersey, USA: Pearson-Prentice Hall.

Chaves M.M., Maroco, J.P, Pereira, J.S. (2003). Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, Vol.30 s 239-264.

Demuzere, M., Coutts, A.M., Göhler, M., Broadbent, A.M., Wouters, H., van Lipzig, N.P.M., Gebert, L. (2014). *The implementation of bio filtration systems, rainwater tanks and urban irrigation in a single-layer urban canopy model*, Urban Climate. (Vol. 10) s.148-170.

Dunnet, N., Clayden, A. (2007). *Rain Gardens – Managing water sustainability in the garden and designed landscape*. 2. ed. Portland: Timber Press, Inc.

Eliasson E. (2013). *Rain gardens i staden – att välja rätt växter för tillfälligt torra och våta miljöer i Göteborg*. Sveriges lantbruksuniversitet. Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten. Grundnivå.

EPA, U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (1995). *Nonpoint Source News-Notes*. (Vol.) 42.

FAWB, Facility for Advancing Water Biofiltration (2009). *Guidelines for filter media in biofiltration systems*. Monash University, Melbourne, Australien.

Fitter, A.H., Hay, R.K.M. (1987). *Environmental Physiology of Plants*. 2ed. San Diego: Academic Press INC.

Fridell, K. (2015). *Regnbäddar tar hand om dagvatten med filtersubstrat och vegetation*. Movium Fakta (Vol.2), Sveriges lantbruksuniversitet.

Glenz, C., Schlaepfer, R., Iorgulescu, I., Kienast, F. (2006) Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. *Forest Ecology and Management*, Vol.235 s.1-13.

Google translate (2015-05-06). *Google översätt*. Tillgänglig: www.translate.google.se [2015-05-06]

Gould, K.S. (2004). Nature's Swiss Army Knife: the Diverse Protective Roles of Anthocyanins in Leaves. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, Vol.5 s.314-420.

Hall, T.F. & Smith, G.E. (1955). Effects of Flooding on Woody Plants, West Sandy Dewatering Project, Kentucky Reservoir. *Journal of Forestry*, Vol.53 s.281-285.

Healthy Waterways, Melbourne Water. Tillgänglig: <http://melbournewater.com.au/raingardens> [2015-01-29].

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). *Summary for policymakers*. Tillgänglig: https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf [2015-01-29].

Jansson, M. (2014). Green space in compact cities: the value of urban ecosystem services in planning. *Nordic Journal of Architectural Research*.

Keddy, P.A. (2007). *Plants and Vegetation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Konijnendijk, C.C., Annerstedt, M., Nielsen, A.B., Maruthaveeran, S. (2013). *Benefits of urban parks*. Report for IFPRA (International Federation of Parks and Recreation Administration).

Laforteza, R., Davies, C., Sanesi, G., Konijnendijk, C., (2013). *Green infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions*. iForest: Biogeosciences and Forestry, Vol.6, s.102.

Lagerkvist, E. & Bååth, S. (2015). *Urban dagvattenhantering med regnträdgårdar – Gestaltungsforlag for Gårdsgatan i Norra Djurgårdsstaden*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för stad och land. Grundnivå.

Lambers, H., Chapin, F. S., Pons, T.L. (1998). *Plant Physiological Ecology*. New York: Springer-Verlag.

Larsson, A. & Germundsson, L. (2012). *Mål och metoder för hushållning med god jordbruksmark inom kommunal planering*. Tillgänglig:
http://pub.epsilon.slu.se/8760/13/larsson_et_al_120427.pdf

Litman, T. (2013). *Smart Growth Savings. What We Know About Public Infrastructure and Service Cost Savings, And How They are Misrepresented By Critics*. Victoria Transport Policy Institute. Tillgänglig: http://www.vtpi.org/sg_save.pdf

Lopez, L.R. & Kursar, T.A. (2003). Does flood tolerance explain tree species distribution in tropical seasonally flooded habitats? *Oecologia*, Vol.136 s. 193-204.

Maroco, J.P., Pereira, J.S, Chaves, M.M. (2000). Growth, photosynthesis and water-use efficiency of two C4 Sahelian grasses subjected to water deficits. *Journal of Arid Environments*, Vol.45 s.119-137.

Minnesota Pollution Control Agency (2015-01-29). *Types of bioretention*. Minnesota Stormwater Manual. Tillgänglig:
http://stormwater.pca.state.mn.us/index.php/Bioretention_combined [2015-03-20]

Mossberg, B., Stenberg, L. (2003). *Den nya nordiska floran*. Tangen, Norge: Wahlström & Widstrand.

Muthanna, T.M., Viklander, M., Thorolfsson, S.T. (2007). *Seasonal climatic effects on the hydrology of a rain garden*. Hydrological Processes (Vol.22).

Naturhistoriska riksmuseet (2010-02-22). *Den virtuella floran*. Tillgänglig:
<http://linnaeus.nrm.se/flora/welcome.html> [2015-05-05]

NE, Nationalencyklopedin (2015). *Ståndort-uppslagsverk-NE*. Tillgänglig:
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/ståndort> (2015-06-03).

Parida, A.K., Das, A.B. (2004). *Salt tolerance and salinity effects on plants: a review*. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol.60 s 324-349.

Pezeshki, S.R. (2001). Wetland Plant responses to soil flooding. *Environmental and Experimental Botany*, Vol.46 s.299-312.

Pollock, M.M. (1998). Biodiversity, s.430-452. I: Naiman, R.J., Bilby, R.E. (red.) *Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*. New York: Springer.

Påhlsson, L. (1994) *Vegetationstyper I Norden*. Upplaga: 1500. Köpenhamn: Nordiska ministerrådet.

Scandinavian Green Roof Institute (2014). *Augustenborg botanical roof garden*. Tillgänglig: <http://greenroof.se/> [2015-04-23]

SMHI (2014-04-23) *Normal dygnsnederbörd 10 mm medelvärde 1961-1990, SMHI*. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord/normal-dygnsnederbord-10-mm-medelvarde-1961-1990-1.4168> [2015-05-06]

Sjöman, H. Lagerström, T. (2007). *Stadens hårdgjorda miljöer som växtplats*. Gröna Fakta, Vol.5.

Sjöman, H., Nielsen, A. B. (2010) *Selecting trees for urban paved sites in Scandinavia – A review of information on stress tolerance and its relation to the requirements of tree planners*. Urban Forestry & Urban Greening, Vol.9 s.281-293.

Sjöman, H., Östberg, J., Bühler, O. (2012). *Diversity and distribution of the urban tree population in ten major Nordic cities*. Urban Forestry & Urban Greening, Vol. 11, s. 31-39.

Vinnova, Green Urban Systems (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer – Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer* [Elektronisk]. Vinnova. Tillgänglig: http://www.greenurbansystems.eu/sv/resultat/Documents/GrGr_WP4_Inventering%20av%20dagvattenlösningar%20för%20urbana%20miljöer%20ink%20bilagor.pdf

Vreugdenhil, S.J, Kramer, K., Pelsma, T. (2006). Effects of flooding duration,- frequency and – depth on the presence of saplings of six woody species in north-west Europe. *Forest Ecology and Management*, Vol.235 s. 47-55

Wiklert, P., Andersson, S., Weidow, B. (1983) *Studier av markprofiler I Svenska åkerjordar*. En faktasammanställning del IX. Institutionen för markvetenskap, avdelningen för lantbrukets hydroteknik. (Lantbrukshögskolan Uppsala 1983:135.)

Zhu, J-K. (2001) *Plant salt tolerance*. TRENDS in Plant Science. Vol.6. no.2.

Bilder:

Tabeller: Åsa Wellander

Figur 1. Åsa Wellander

Figur 2. Vinnova, Green Urban Systems (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer – Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer* [Elektronisk]. Vinnova. Tillgänglig: http://www.greenurbansystems.eu/sv/resultat/Documents/GrGr_WP4_Inventering%20av%20dagvattenlösningar%20för%20urbana%20miljöer%20ink%20bilagor.pdf

Figur 3. Åsa Wellander

Figur 4. Åsa Wellander

Figur 5. Åsa Wellander

Figur 6. Åsa Wellander

Figur 7. Åsa Wellander

Figur 8. Pålsson, L. (1994) *Vegetationstyper i Norden*. Upplaga: 1500. Köpenhamn: Nordiska ministerrådet.

Figur 9. SMHI (2014-04-23) *Normal dygnsnederbörd 10 mm medelvärde 1961-1990, SMHI*. Tillgänglig: <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord/normal-dygnsnederbord-10-mm-medelvarde-1961-1990-1.4168> [2015-05-06]

6. BILAGOR

6.1.Jordtyp 1

(Wiklert et al. 1983, del IX)

- **Plats:** Gotland, Stenstugu.
- **Geologi:** Flackt slättområde bestående av morän liggande på berggrunden. Ovanpå moränen har issjömärgel och issjösand avsatts.
- **Jordart:** Matjord: måttligt mullhaltig lerig sand. Alv (20-80 cm): svagt lerig moig mellansand.
- **Struktur:** Enkelkornkaraktär med tendens till aggregatstruktur vid lerigare lager (under 80 cm). Vattengenomsläppligheten är hög fram till 80 cm, sedan sjunker den kraftigt i samband med att lerhalten ökar.
- **Volymförhållanden:** Den genomsnittliga porositeten i lagret 0-30 cm är 49.1 vol.-%
- **Växttillgängligt vatten:** $259,6 - 63,1 = 196,5$ mm.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat till 52 mm/h.

Snarlik regnbäddsgrupp: C

Eftersom lerhalten ökar efter 80 cm djup och därför till större del håller kvar vattnet kan det liknas med vattenlåset i typ C.

Vegetationstyp 1:

Enligt Pålssons (1994 s.423) indelning av Nordens vegetationstyper bör Tofsäxingshed vara anpassad till denna ståndort.

Allmän beskrivning: Lågvuxen gräsmark med uppbrutet vegetationstäck. Typisk på kalkrika sandjordar, lågt humusinhåll. Semi-arida förhållanden, sydsluttningar. Uppträder på tidigare åkermark och i betesmarker, men anknyter samtidigt till de vegetationstyper som uppträder på stabiliserade sanddynområden vid havsstränder.

Dominerande arter:

Arenaria serpyllifolia

Ceratium semidecandrum

Dianthus arenarius

Festuca polesica

Koeleria glauca

Sedum acre

Thymus sepyllum

Vegetationstypen har ibland kallats för "stäppartad vegetation" i Sverige (ibid.).

6.2.Jordtyp 2

(Wiklert et al. 1983, del IX)

- **Plats:** Jönköpings län, Lidhult.
- **Geologi:** Högmosse, vitmosstorv med låg förmultningsgrad.
- **Jordart:** Hela jordprofilen består av vitmosstorv.
- **Struktur:** Hög porositet.
- **Volymförhållanden:** Vid 100 cm djup utgör i medeltal porositeten 92.7 vol.-% och vissningsgränsen i genomsnitt för hela profilen är 17.5 vol.-%
- **Växttillgänglig mängd vatten:** Mycket stor vattenkvantitet. Även medräknat bortfall av för hårt bundet vatten (17.5 vol.-%) är den totala teoretiska vattenmängden 605,4 mm.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Framgår inte av rapporten

Snarlik regnbäddsgrupp: (A)

Detta är en mycket speciell och sällsynt typ av växtplats vilket gör att den inte har någon direkt motsvarighet hos rekommenderat substrat till regnbäddar. Dock har den en hög kvarhållande vattenkapacitet vilket gör att den mest stämmer in på typ A när grundvattenytan ligger högt. Miljön på denna testplats är på grund av torven surare än normalt växtsubstrat. Dessutom får torv en hydrofobisk egenskap och kan ha svårt att blötas upp igen om den torkas ut helt och hållet, särskilt gäller detta högmossstorv (Andriesse 1988).

Vegetationstyp 2:

En mycket specifik växtplats eftersom hela jordmånen består av vitmosstorv. Enligt Pålsson (1994 s.233-234) liknar den mest vegetationstypen *Pinus sylvestris*-*Ledum palustre* (*Rhododendron tomentosum*), tallmosse av skvattram-typ. Tall dominerar i trädsiktet och ris och lavar i bottensiktet. Relativt lågt liggande grundvattenyta, torr myrtyp.

Dominerande arter:

Betula nana

Calluna vulgaris

Chamaedaphne calyculata

Eriophorum vaginatum

Pinus sylvestris

Rhododendron tomentosum

Sphagnum angustifolium

6.3.Jordtyp 3

(Wiklert et al. 1983, del IX)

- **Plats:** Jönköpings län, Åby
- **Geologi:** Postglaciala mo- och sandsediment över en grund av glaciallera. Invarvat i mo- och sandprofilen påträffas även lager av postglacial lera.
- **Jordart:** Matjord: Mullrik, lerig mo, lerhalt 8 vol.-%. Alv: Svagt lerig grovmo lerhalt 3 vol.-%. Fin- och grovmo dominerar i genomsnitt hela profilen (24 respektive 50 vol.-%). Sankmark innan det invallades första gången 1948, tidigare vegetation har gett upphov till hög mullhalt.
- **Struktur:** I huvudsak jord i enkelkornstruktur. I matjorden påträffas på grund av den högre mullhalten, en antydning till spricksystem och aggregatsbildning. I Alven finns både horisontella och vertikala sprickbildningar och rotkanaler från tidigare växter vilka stabiliserats av kraftiga järnutfällningar. Profilen är tydligt skiktad på grund av oregelbundenheten i sedimenteringen. Genomsläppligheten är jämn och god genom hela profilen.
- **Volymförhållanden:** Genomsnittlig porositet ned till 100 cm djup är 45,9 vol.-% men är betydligt högre i matjorden än i alven (53,6 respektive 43,2 vol.-%). Detta beror på den högre halten ler i matjorden. Till 100 cm djup utgör $459,3 - 66,8 = 392,5$ mm mellan helt utfylld porvolym och den bestämda vissningsgränsen.
- **Växttillgängligt vatten:** Upptagbart vatten för växterna utgör 345,6 mm. Detta betyder att vattenmagasineringsen är mycket god, men också kan bidra till anaeroba förhållanden vid långvariga regn.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat 10 mm/h.

Snarlik regnbäddsgrupp: C

Eftersom bädden kan hålla mycket vatten men även skapa anaeroba miljöer är den mest lik grupp C med internt vattenlås.

Vegetationstyp 3:

Avenula pratensis – *Fragria viridis* – *Filipendula vulgaris*-typ, örtrik ängshavretorrängs-typ (Påhlsson 1994 s.431-432). Kalkrik jord med mo- och mjälainslag, ofta artrikare än övriga torrängar och finare fraktioner än i sandstäpp. Om marken inte betas blir örterna högväxta med inslag av spridd buskvegetation, så småningom tar större vegetation som en, slån, hagtorn och hassel över i succession till skogsmark (ibid.).

Dominerande arter:

Helictotrichon pratense
Helictotrichon pubescens
Festuca ovina
Galium verum
Plantago media

+ senare successionsarter:

Corylus avellana
Crataegus sp.
Juniperus sp.
Prunus spinosa

6.4.Jordtyp 4:

(Wiklert et al. 1983, del IX)

- **Plats:** Kronobergs län, Ottarp.
- **Geologi:** Kuperad höglandsterräng, troligtvis glacialt jordmaterial från Ryssby-åsens sidobildningar. I områden finns även postglaciala sandavlagringar. Växter på plats och i närområdet var lingon (*Vaccinium vitis-idaea*), åkerviol (*Viola arvensis*), rödsyra (*Rumex tenuifolius*) och andra typiska ogräs för torrmarksflora.
- **Jordart:** Matjord: Måttligt mullhaltig, svagt lerig mellansand. Alv: Svagt lerig mellansand med inslag av ärtstora stenar. Dominerande fraktion genom profilen är mellansand, även om det finns procentandelar av alla kornstorlekar. Den stora delen grovsand bör noteras.
- **Struktur:** Jordtyp av enkelkornstruktur. Matjordslagret gick ner till 20 cm, det aktuella rotdjupet var på 5-15 cm. Ned till 50 cm djup var jorden brun på grund av rostutfällningar, sedan abrupt gulvit. Vattengenomsläppligheten är hög genom hela profilen.
- **Volymförhållanden:** Porositeten i det övre lagret av matjorden är drygt 49 vol.-%, i den nedre knappt 44 vol.-%. Med tanke på att matjordslagret vid provtagningstillfället var 20 cm ändras profilen mycket snabbt. Volymprocenten sjunker sedan stadigt genom jordlagret och minimum finnes vid 45-50 cm med 36,5 vol.-%. Totalt rymmer den 212,2 mm ned till 60 cm djup mellan helt utfylld porvolym och den bestämda vissningsgränsen.
- **Växttillgänglig mängd vatten:** Vissningsgränsen är på grund av texturen mycket låg genom hela profilen, men något högre i matjorden. Upptagbart vatten är ned till 80 cm djup totalt 37,8 mm. Profilens vattenmagasineringsförmåga är därmed mycket låg, grödan vid åkerbruk måste få påfyllt vatten efter redan 10 dagar.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat till 443 mm/h vilket är anmärkningsvärt högt.

Snarlik regnbäddsgrupp: B

På grund av den höga genomsläppligheten måste jordtypen jämföras med grupp B. Vattenmagasineringsförmågan är låg och kräver växter med stor tolerans mot torkstress.

Vegetationstyp 4:

Passande vegetationstyp till jordart 4 bör vara av torrmarkstyp, möjligtvis rished. Följande beskrivning av Ljung-kråkbär-lingonhed-typ av Påhlsson (1994 s.406) har liknande egenskaper till jordartens ståndort. Med tanke på den låga halten humus och höga andelen sand är jorden näringsfattig och torr. Öppen hed med sandig mark, podsol.

Vid eventuell succesion sker igenväxning med en (Juniperus sp.), björk (Betula sp.) och Bergtall (Pinus mugo).

Dominerande arter:

Calluna vulgaris

Empetrum nigrum

Vaccinium vitis-idaea

+ de som fanns på plats:

Rumex tenuifolius

Viola arvensis

+ senare successionsarter:

Betula sp.

Juniperus sp.

Pinus mugo

6.5.Jordtyp 5

(Wiklert et al. 1983, del IX)

- **Plats:** Kalmar län, Stensryd
- **Geologi:** Mo och sand kring från de omkringliggande rullstenbildningarna.
- **Jordart:** Något mullhaltig lerig mellansand i matjorden, alven består av svagt lerig grovmo.
- **Struktur:** Mycket hög genomsläpplighet genom hela jordprofilen. Ingen makroaggregatsanalys har gjorts. Mellan ca 36-60 cm djup finnes rikligt med rostutfällningar.
- **Volymförhållanden:** Porositeten är i genomsnitt i matjorden 43,8 vol.-% och i alven 38,6 vol.-%. Plogsulan (20-30 cm) är något packad med 36,8 vol.-%.
- **Växttillgängligt vatten:** Totalt rymmer jorden 0-60 cm djup $184,1 - 38,8 = 145,3$ mm växttillgängligt vatten. Vid 30 cm djup är det åtkomliga vattnet $84,9 - 24,1 = 60,8$ mm.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat 113 mm/h.

Snarlik regnbäddsgrupp: B

Jordtyp 5 har även den en låg vattenhållande förmåga vilket leder till en torr ståndort. Medelvärde av genomsläppligheten är lägre än i jordtyp 4, vilket kan bero på den något högre lerhalten i matjorden i typ 5. Under matjorden bestod profilen av enkeljordskaraktär vilket kräver växter toleranta mot torkstress.

Vegetationstyp 5:

Passande vegetationstyp är av torrmarkstyp och kan jämföras med *Calluna vulgaris* – *Empetrum nigrum* – *Carex arenaria*-typ, Ljung – kråkbär – sandstarrhed-typ (Påhlsson 1994 s.345-346). Miljön är kustbunden ljunghed med typiska arter som ljung, kråkbär och sandstarr, andra arter varierar med dessa. Utvecklas i successionen mot enbuskmark (*Juniperus* sp.) och/eller björk-ek-tallskog (*Betula* sp., *Quercus* sp., *Pinus* sp.) (ibid.).

Dominerande arter:

Calluna vulgaris

Carex arenaria

Empetrum nigrum

+ senare successionsarter:

Betula sp.

Juniperus sp.

Pinus sp.

Quercus sp.

6.6.Jordtyp 6

(Wiklert et al. 1983, del IX)

- **Plats:** Kalmar län, Fredrikström.
- **Geologi:** Materialet utgörs av moränbildningar som kan ha avsatts under glacial tid, men mer troligt skedde det efter en bearbetning av isälvarna.
- **Jordart:** Matjord: Måttligt mullhaltig lerig moränsand. Alv: Svagt lerig moränsand (20-30 cm djup), därefter svagt lerig moränmo (till 60 cm). Sandhalten minskar kraftigt mellan 25-60 cm djup, istället ökar halten fin- och grovmo. Mätningen sträcker sig endast till 73 cm.
- **Struktur:** Övre delen av profilen innehåller 15 % sten, plogsulan är förtätad och med rostutfällningar. Aggregeringen är relativt svag men ned till 70 cm djup påträffades ett väl utvecklat kanalsystem. Genomsläppligheten är hög genom hela profilen, det lägsta värdet är i lagret 20-30 cm.
- **Volymförhållanden:** Mängden sten i de övre lagren begränsar porositeten i dessa skikt 40,7 vol.-%, vissningsgränsen är jämn genom hela profilen med ett genomsnitt på 8,1 vol.-%.
- **Växttillgängligt vatten:** Totalt rymmer jorden 0-60 cm djup $256,5 - 48,3 = 208,2$ mm växttillgängligt vatten. Vid 60 cm djup är det i teorin växtåtkomliga vattnet $194,0 - 48,3 = 145,7$ mm.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat 67 mm/h.

Snarlik regnbäddsgrupp: A

Jordtypen kan snarast liknas med grupp A eftersom den har något bättre vattenhållande egenskaper än vad till exempel jordtyp 4 och 5 har.

Vegetationstyp 6:

Genista spp.-Calluna vulgaris-typ, Ginst-ljunghedtyp (Påhlsson 1994 s.408).

Öppen rished, fri från lignoser med sandig jord. Uppstår i kustklimat med milda vintrar.

Successionen är stabil om jorden är dålig, annars övergår den till buskstadie och senare till ekskog, eventuellt med asp däremellan (ibid.). Vanligast på västkusten men passar även i Kalmar län där jordprovet är taget. Eftersom vattnet är saltare på västkusten än östkusten är växterna redan anpassade till torkstress av salt

Dominerande arter:

Calluna vulgaris

Empetrum nigrum

Genista anglica

Genista pilosa

Övriga arter:

Carex pilulifera

Deschampsia flexuosa

Potentilla erecta

6.7.Jordtyp 7

(Andersson & Wiklert 1977, del II)

- **Plats:** Västerbottens län, Röbäcksdalens distriktsförsökstation.
- **Geologi:** Provplatsen är belägen på ett sedimentationsslätt utgjord av glaciala sediment överlagda av postglaciala.
- **Jordart:** Matjord: Måttligt mullhaltig lerig, mjälig mo. Alv: Svagt gyttjig lerig, moig mjäla. Profilen består av en låg andel ler, i genomsnitt 9 %. I matjorden är mo dominerande, till största delen av finmo.
- **Struktur:** Profilen har aggregatstruktur, men med låg stabilitet på grund av den texturella sammansättningen. I plogsulan finns en viss förtätning. Aggregaten i plogsulan och alvens centrala del är små och oregelbundna. I matjorden är de små och smuliga. På grund av profilens låga strukturstabilitet fylls håligheter och spricksystem lätt igen av finare material. Det finns järnutfällningar i jorden, men inte tillräckligt för att skapa stabilitet i sprickbildningen. Rotutveckling är möjlig till ca 80 cm djup, genomsläppligheten är till 50 cm relativt låg, men ökar därunder med makrostrukturen.
- **Volymförhållanden:** Stor porvolym, medelporositeten för matjorden är 59,7 vol.-% och för alven 53,8 vol.%. Vissningsgränsen är låg och stabil genom hela strukturen, i genomsnitt 8,4 vol.-%. Porvolymen är 549,5 mm.
- **Växttillgängligt vatten:** Till 100 cm djup $V_n - V_{v,w} = 549,5 - 83,8 = 465,7$ mm växttillgängligt vatten.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat till 23 mm/h men är mycket lågt i jordens övre profil, mellan 1,1–4,8 (0-50 cm).

Snarlik regnbäddsgrupp: C

Även om aggregatstrukturen är instabil kan denna jordartstyp hålla tillräckligt stor mängd vatten för att inte anses som en av de torraste.

Vegetationstyp 7:

Carex acuta-typ, Högstarrängstyp (Påhlsson 1994 s.454).

Växlande klimat, högvuxen tät starrängs-vegetation med litet örtinslag. Torvsediment, landstrand. Om marken lämnas orörd vandrar sälg (*Salix* sp.) och al (*Alnus* sp.) in.

Dominerande arter

Agrostis canina

Carex acuta

Galium palustre

Även *Calamagrostis canescens* och *C.*

purpurea med *Phalaris arundinacea* är

vanligt förekommande.

+ kommande successionsarter:

Salix sp.

Alnus sp.

6.8.Jordtyp 8

(Andersson & Wiklert 1977, del II)

- **Plats:** Västerbottens län, Umeå lantbruksskola, Grubbe.
- **Geologi:** Sedimentationsslätt i nordvästra Umeå. Provplatsen är omgärdad av skog och i söder av Umeälven. Glaciala sediment överlagrade av mäktiga postglaciala.
- **Jordart:** Matjord: måttligt mullhaltig, svagt lerig grovmo. Alv: grovmo helt dominerande med medeltalet 84 % till 100 cm djup.
- **Struktur:** Matjorden har en ytterst svag aggregatbildning på grund av den lilla halten ler. I övrigt består profilen av enkelkornstruktur. Övergången mellan matjord och alv är skarp vid 20 cm djup. Rostutfällningar har stabiliserat kanalsystem ned till 85 cm djup som har bildats från växrötter. Genomsläppligheten är främst textuell, men även makrostrukturell och är hög genom hela profilen.
- **Volymförhållanden:** Medelporositeten (n) är i matjorden 52,6 vol.-% och i alven till 100 cm djup 47,6 vol.-%. Totala porvolymen är 485,7 mm.
- **Växttillgängligt vatten:** Till 100 cm djup $V_n - V_{v,w} = 485,7 - 47,4 = 438,3$ mm.
Växtmaterial som inte är torktåligt kommer antagligen inte klara sig så länge på grund av den höga genomsläppligheten.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat till 60 mm/h.

Snarlik regnbäddsgrupp: B

Även denna jordartstyp hör till en av de torrare på grund av enkelkornstrukturen och den höga andelen grovmo i alven.

Vegetationstyp 8:

Många av vegetationstyperna är snarlika varandra eftersom att de efterföljer varandra beroende på successionsstadier eller är närliggande och ibland överlappande geografiskt sett. Denna plats kan både jämföras med en tofsäxingshed (se s.8-9) alternativt *Festuca ovina* – *Lychnis viscaria*-typ, Fårsvingeltorräng-typ (Påhlsson 1994 s.430-431).

Lågvuxen örtrik gräsmark med inslag av buskvegetation av slån (*Prunus spinosa*), hagtorn (*Crataegus* sp.), en (*Juniperus* sp.). Osorterat, grövre material ofta förekommande i sluttningar. Utan extremer, men ofta torrt. I kustnära läge på grovmaterial uppkommer vanligtvis *Armeria maritima*.

Dominerande arter:

Festuca ovina

Luzula campestris

Lychnis viscaria

Thymus serpyllum

Crataegus sp.

Juniperus sp.

Prunus spinosa

Armeria maritima

+ senare successionsarter:

6.9.Jordtyp 9

(Andersson & Wiklert 1977, del II)

- **Plats:** Västerbottens län, Östteg.
- **Geologi:** Glaciala sediment överlagrade av postglacial älvsediment.
- **Jordart:** Matjord: Något mullhaltig svagt lerig, moig mellansand. Alv: Moig mellansand. Matjordslagret är ca 25 cm med dominerande fraktioner av mellansand (57 %) och grovmo (22 %). Lerhalten är endast 4 %. Alven består nästan enbart av grovmo och mellansand.
- **Struktur:** Profilen består av enkelkornstruktur, helt bestämd av strukturen. I de lägre delarna av alven (ca 35 cm djup och nedåt) finns nästan bara sand och grovmo, helt utan järnutfällningar. Genomsläppligheten är hög genom hela profilen och anmärkningsvärt hög i matjorden.
- **Volymförhållanden:** Medelporositeten (n) är i genomsnitt genom 47,2 % (0-30 cm) och 40,6 % (30-60 cm). Vissningsgränsen är låg på grund av texturen.
- **Växttillgängligt vatten:** Till 25 cm djup $V_n - V_{v,w} = 118,1 - 28,7 = 89,4$ mm. Några fler mm kan tillkomma om rotutvecklingen sker längre ned än 25 cm. Detta tillgängliga vatten är beräknat till att täcka en grödas behov i ca 25 dagar. Vattnet är på grund av texturen dessutom löst bundet och försvinner när grundvattenytan sjunker.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat till 132 mm/h.

Snarlik regnbäddsgrupp: A

Välldränerat och torrt när grundvattnet sjunker undan. Väldigt sandig jord med hög genomsläpplighet. Kräver mycket torktåliga växter under nederbördsfria perioder.

Vegetationstyp 9:

Corynephorus canescens-typ, Borsttåtelhed-typ. Lågvuxen gräsmark med stort inslag av lavar. Sandjord, regosol-luvisol. Torrt klimat, förekommer ofta längst kusten, men även i sandiga, betade områden inåt land (Påhlsson 1994 s.343-344).

Dominerande arter:

Aira praecox

Corynephorus canescens

Rumex tenuifolius

Övriga arter:

Carex arenaria

Helichrysum arenarium

Logfia minima

6.10. Jordtyp 10

(Andersson & Wiklert 1977, del II)

- **Plats:** Västernorrlands län, Nordvik.
- **Geologi:** Svagt kuperat fält strax intill en liten bäck. Glaciala sediment som överlagras av utsvallat moränmaterial.
- **Jordart:** Matjord: Något mullhaltig lerig mo. Alv: Lerig mo (20-70 cm), under det moig, mjälig lättlera (70-100 cm). Det är högt sandinnehåll i matjorden (20 %), från 60 cm och nedåt ökar lerhalten och når sitt högsta värde (34 %) vid 90-100 cm. Mofraktionerna avtar i samma takt som leran ökar och mjälan håller sig relativt konstant.
- **Struktur:** Ned till 50 cm håller profilen enkelkornsstruktur, därefter blir den aggregerad på grund av den ökade lerhalten. Längre ned i profilen, där lerhalten är högre, förekommer fler sprickbildningar än i de övre lagren. Dock syns sprickor så ytligt som vid 40 cm djup, dessa stabiliseras med hjälp av gyttjeinslag och ferrihydroxid-utfällningar i jorden. Utan dessa inslag hade inte sprickorna kunnat kvarstå på grund av kornstorleksfördelningen. I alven syns däremot flera spricksystem och maskkanaler. Genomsläppligheten är god genom hela profilen och högst i matjorden.
- **Volymförhållanden:** Porvolymen (n) är 526,2 mm. Porositeten uppvisar en jämn ökning med djupet, från 45,0 vol.-% (0-10 cm) till maximum 58,7 vol.-% djupast i profilen. Om det vattenavförande trycket ens skulle höjas det minsta ger det stora effekter i den översta halvmeteren av profilen.
- **Växttillgängligt vatten:** Till 25 cm djup $V_n - V_{v,w} = 526,2 - 126,5 = 399,7$ mm. Profilen ger en bra grund för rotutveckling, vilket betyder att nästintill allt detta vatten blir tillgängligt för växterna.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat till 186 mm/h men varierar kraftigt mellan 2,4 mm/h (0-10 cm djup) till 970 mm/h (80-90 cm djup).

Snarlik regnbäddsgrupp: C

På grund av att profilen ger möjlighet för stor rotutveckling och mycket upptagbart vatten kan den jämföras med regnbäddsgrupp C som har mest tillgängligt vatten. Dock finns det risk för anaeroba miljöer vid kraftig nederbörd eftersom lerhalten ökar längre ned i profilen. Den höga halten sand i den översta delen gör att vattnet snabbt rinner ned i de djupare jordlagren, men om magasinen fylls på kan det ta längre tid för vattnet att perkolera genom de djupare lagren. Växterna i vegetationstypen till denna jordartstyp är anpassade till någon friskare miljöer men klarar även av de lägre delarna av kusthedar.

Vegetationstyp 10:

Myrica gale – *Molinia caerulea*-typ, Pors – blååtelhed-typ, fuktig rished.

Högvuxen rished på fuktig till våt mark. Förekommer ofta i sänkor vid kusthedar eller före detta skogsbetes-marker. Något sur, viss torvbildning.

Dominerande arter:

Molinia caerulea

Myrica gale

Övriga arter:

Agrostis canina

Carex nigra

Carex panicea

Erica tetralix

Galium palustre

Potentilla erecta

Salix repens

Viola palustris

6.11. Jordtyp 11

(Andersson & Wiklert 1977, del IV)

- **Plats:** Älvsborgs län, Gällnäs.
- **Geologi:** På en mindre halvö, avgränsas i öst och väst av höjdsträckningar (gnejser). Gammal betesmark med buskvegetation. Postglaciala mosediment, jordprofilen är en podsol med urlakningsskikt, blekjord och kraftigt rostfärgat anrikningsslag, rostjord.
- **Jordart:** Matjord: måttligt mullhaltig, svagt lerig grovmo. Alv: Grovmo, något ler i lagret 0-20 cm. Medeltalet för grovmo i profilen är 78 %.
- **Struktur:** Profilen har enkelkornstruktur med organogen karaktär i ytlagret. Aggregatstrukturen är mycket instabil på grund av de stora kornstorlekarna och genomsläppligheten hög genom hela profilen.
- **Volymförhållanden:** Porositeten (n) avtar med djupet från 48,6 vol.-% (0-10 cm) till 39,1 vol.-% (90-100 cm). Medelvärde för profilen är 44,2 vol.-%.
- **Växttillgängligt vatten:** Den teoretiska mängden växttillgängligt vatten är $V_n - V_{v,w} = 442,3 - 73,6 = 368,7$ mm. Dock kan hela denna mängd aldrig tillgodose växterna då örternas rotsystem inte kommer längre än till 40-50 cm. Träd kan kanske nå längre ned och få tillgång till en större del av markvattnet.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärdet k är avrundat till 58 mm/h

Snarlik regnbäddsgrupp: B

På grund av den höga andelen grovmo i alvlagret är genomsläppligheten mycket hög och växtligheten måste vara anpassad till torkstress.

Vegetationstyp 11:

Vaccinium myrtillus – Calluna vulgaris-typ, Blåbär – ljunghed-typ. Helt öppen rished, ibland med enbuskar. Sandiga-osorterade jordar (Påhlsson s.413).

Dominerande arter:

Calluna vulgaris

Vaccinium myrtillus

Vaccinium vitis idaea

Längs den norska västkusten uppträder även *Cornus suecica*.

6.12. Jordtyp 12

(Andersson & Wiklert 1977, del III)

- **Plats:** Kopparbergs län, Älvgården.
- **Geologi:** Slätt, ca 100 m öster om Dalälven, 4-6 m över älvens vattennivå. Älvsediment som avsatts när älvens vattennivå stått högre. Svag järnutfällning, jämn jordart över slättområdet men finkornigheten ökar med avståndet från älven.
- **Jordart:** Matjord: måttligt mullhaltig, lerig, mjälig mo. Alv: lerig, mjälig mo (20-100 m).
- **Struktur:** Jorden har enkelkornkaraktär och endast antydning till aggregatsbildning i matjordslagret där halten av ler och organiskt material är störst. Det finns inga väl utvecklade makroaggregat på grund av profilens struktur, däremot uppstår de av kanalsystem utvecklat av daggmaskar. De trivs i denna typ av jord med bra balans mellan jord och vatten.
- **Volymförhållanden:** Porositeten är jämn genom hela profilen med de högsta värdena vid 50-70 cm djup, detta på grund av en tidigare markytens nivå. Medelporositet 47,2 vol.-%. Vissningsgränsen är genom hela profilen låg.
- **Växttillgängligt vatten:** Den teoretiska mängden växttillgängligt vatten är till 100 cm djup $V_n - V_{v,w} = 497,9 - 74,3 = 423,6$ mm, vilket kan anses mycket högt. Dock är hela denna mängd i realiteten inte tillgängligt då en del av det rörliga vattnet relativt snabbt transporteras bort beroende på grundvattenytans djup.
- **Hydraulisk konduktivitet:** Medelvärde k är avrundat till 34 mm/h

Snarlik regnbäddsgrupp: C

På grund av den relativt bra vattenhållande egenskapen kan växterna lättare överleva här. Mängden ler och mjälig mo skapar en del små porer men porositeten är fortfarande ganska hög vilket ger en bra genomsläpplighet.

Vegetationstyp 12:

Geranium sylvaticum-typ, Skogsnäva-ängstyp.

Högvuxen, örtrik gräsmark på osorterad, frisk jord. Ligger någonstans mellan torr- och fuktäng. (Påhlsson s.441).

Dominerande arter:

Alchemilla spp.

Anemone nemorosa

Geranium sylvaticum

Rhinanthus minor

Tillkommer i Ö. Sverige:

Dactylorhiza spp.

Hepatica nobilis

Melampyrum nemorosum